

SNACKS DE IOGURTE

**Desenvolvimento de uma nova gama de produtos:
“snacks saudáveis”**

Assmah Aslam Sheik

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em:
Engenharia Alimentar

Orientadora: Professora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista

Co-orientadora: Professora Margarida Gomes Moldão Martins

Júri:

Presidente: Doutora Maria Luísa Lopes de Castro e Brito, Professora Auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ter concedido a oportunidade de elaborar a dissertação de mestrado sobre um tema interessante numa empresa inovadora e com uma equipa fantástica que será para sempre recordada por mim.

À empresa *CookLab* por me ter permitido escrever a minha tese sobre o desenvolvimento de um novo produto saudável, fornecendo os equipamentos e ingredientes necessários.

À Catarina Prista por ter aceitado ser minha orientadora mesmo quando tinha muitos projetos em mãos. Agradeço toda a disponibilidade, ajuda e carinho prestados.

À professora Margarida Moldão por todo o apoio concedido durante as análises sensoriais e pelas dicas que me deu para melhorar a minha tese.

À Susana Dias que foi uma grande amiga e guia durante todo este percurso. Sem ela de certeza que não teria passado momentos tão descontraídos e divertidos. Também agradeço os convites como ajudante para *workshops* dados pela empresa. Foi uma grande experiência e que me ajudou a conhecer melhor o que de tão interessante a empresa transmite ao público.

À Catarina Pereira, Joana Viegas e Susana Carvalho pelas dicas e momentos de descontração partilhados na *CookLab*.

E por último, à minha família por todo o apoio, amizade, amor e carinho concedidos durante esta última etapa da minha vida académica.

Obrigada a todos por me terem ajudado a elaborar uma dissertação de mestrado com todo o coração!!!

RESUMO

A ingestão de alimentos de consumo fácil, a par das preocupações com questões de saúde, tem vindo a crescer, sendo uma das áreas onde a indústria alimentar mais tem investido. Neste projeto pretendeu-se desenvolver novos produtos dentro da gama de *snacks* de iogurte, aliando o saudável ao agradável.

Desenvolveram-se cinco formulações diferentes de *snacks* com vista a criar um leque mais alargado de produtos: iogurte natural, morangos, banana, manga e alfarroba. Para tal utilizou-se um texturante como auxiliar tecnológico e iogurte ao qual foi acrescentado um sabor específico com ou sem açúcar.

Para avaliar qual a embalagem mais adequada, testaram-se dois tipos de materiais com barreira aos gases e ao vapor de água, sendo um transparente (polietileno) e outro barreira à luz (complexo laminado). Os *snacks* foram mantidos embalados durante dois meses à temperatura ambiente e analisados sensorialmente por um painel treinado (análise descritiva) e um painel de consumidor. Os *snacks* obtidos apresentaram textura crocante e um sabor agradável, e foram do agrado da maioria dos consumidores, sendo o de manga o mais apreciado. As embalagens, testadas não evitaram a alteração da textura crocante dos *snacks*. A embalagem do complexo laminado revelou-se mais efetiva na preservação da qualidade geral.

Palavras-chave: Análise sensorial, iogurte, metilcelulose, *snacks*, textura crocante.

ABSTRACT

The intake of easy consumption foods, alongside with concerns about health issues, has been growing, being one of the areas where the food industry has invested more. This project was intended to develop new products within the range of snacks of yogurt, combining the healthy to the pleasant.

Five different formulations of snacks were developed in order to create a wider range of products: yogurt, strawberries, banana, mango and carob flour. For this a thickening agent was used as a processing aid and yogurt to which a specific flavor with or without sugar was added.

To evaluate the most suitable packaging, two types of materials with gas barrier and water steam were tested: a transparent (polyethylene) one and a light barrier (complex laminate) one. The packaged snacks were kept for two months at room temperature and sensory analyzed by a trained panel (descriptive analysis) and by the consumers. Snacks showed crispy texture and a nice flavor, and were appreciated by the majority of consumers, the mango ones being the most appreciated. The tested packaging did not avoid changing the crispy texture of the snacks. The packaging of the complex laminate proved to be more effective in preserving the overall quality.

Keywords: Crispy texture, methylcellulose, sensory analysis, *snacks*, yogurt.

EXTENDED ABSTRACT

Snacks are defined as foods or beverages consumed between main meals, and can be processed or home-made. Nowadays, the habit of eating snacks is growing, as people eat more and more often. There are snacks for all tastes, from sweet to salted, passing by digestives and dairy. In the last category, the most consumed are yogurt and cheese.

In order to double the pleasure, the goal of this project was to develop healthier snacks of yogurt using yogurt, a specific ingredient to add flavor and color to the snack and a thickening agent, which would allow the mixture to set. Various additional ingredients were used but only bananas, frozen strawberries, mango pulp and carob flour were selected for the final formulations. The crispy texture was obtained by dehydration. After the production of snacks, two types of packaging were tested to see which could best preserve the features of the snacks and in order to know the consumer's opinion, two types of sensory analysis were made.

The basic method used was the hydration of hydrocolloid in water, followed by incorporation with yogurt, a specific ingredient with or without addition of a sugar source, all mixed in a Bimby, using the butterfly to incorporate air and finalized with a complete dehydration in a food dehydrator. After testing four different methods, it was possible to obtain the desired flavor and texture in the snacks.

The water content of the snacks was determined and two different types of packaging were tested – transparent polyethylene packaging and a light barrier complex laminate packaging with an inner layer of aluminum – in order to choose the best container to preserve and increase its shelf life. It was also observed that the best packaging type was the complex laminates ones and for the majority of the snacks, the shelf life was no longer than 1-2 weeks. The mango ones were the only one to maintain its crispness up to two months after sealing.

Later on, two sensory analyses were carried out – a descriptive one with a trained panel, composed of ten people from *CookLab* or linked to this company, and a hedonic one, with a panel composed of fifteen untrained people, between 8-70 years, of both genders, with professions and different lifestyles.

From the descriptive sensory analysis, it was concluded that all snacks had a pleasant flavor and texture, the mango ones being the most appreciated and the carob one less. The different flavors were readily identified by the consumers through color, except for the strawberry that was only recognized by the taste.

From the hedonic sensory analysis, it was possible to say that the snacks had a pleasing effect in the consumers, being again the mango one the most esteemed and the carob one, the least due to its bitter

taste. The banana ones were also highly praised for those who liked the fruit, while strawberry ones, although pleasant, did not had a very appealing color.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	x
1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	3
2.1. Alimentos tipo <i>Snack</i>	3
2.2. Iogurte	4
2.2.1. Definição.....	4
2.2.2. Processo de produção	5
2.2.3. Valor nutricional	6
2.2.4. Benefícios do seu consumo	6
2.3. Alimentos Funcionais.....	7
2.4. Biopolímeros	9
2.4.1. Polissacáridos.....	11
2.4.2. Hidrocolóides	14
2.4.2.1. Agar	16
2.4.2.2. Goma Xantana.....	17
2.4.2.3. Pectinas.....	18
2.4.2.4. Celulose e derivados	20
2.5. Análise Sensorial.....	24
2.6. Embalagem alimentar	25
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	27
3.1. Matérias-primas	27
3.2. Equipamentos e Material.....	27
3.3. Métodos	28
3.3.1. Método-base (método 1).....	28
3.3.2. Estudo da influência das condições de batadura	29
3.3.3. Estudo do efeito da adição de diferentes ingredientes.....	29
3.3.4. Preparação dos <i>snacks</i> para o ensaio de conservação	31
3.4. Estudo do efeito da embalagem na capacidade de conservação dos <i>snacks</i>	32

3.5.	Análise sensorial para caracterização descritiva dos <i>snacks</i> e avaliação das preferências do consumidor	33
3.6.	Análise estatística	33
4.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	35
4.1.	Preparação dos <i>snacks</i> pelo método-base.....	35
4.1.1.	Ensaio Preliminares	35
4.1.2.	Estudo do efeito da adição de diferentes ingredientes.....	37
4.1.2.1.	Efeito da adição de matérias-primas com diferentes sabores	37
4.1.2.2.	Efeito da adição de edulcorantes	41
4.2.	Melhoramento do processo de produção dos <i>snacks</i>	43
4.2.1.	Estudo da influência das condições de batidura	43
4.2.2.	Estudo da influência da concentração do hidrocolóide.....	44
4.2.3.	Estudo da influência dos tempos de hidratação e desidratação	46
4.3.	Formulações Finais e processo otimizado	46
4.4.	Análise de embalagens	47
4.5.	Análise sensorial	49
4.5.1.	Análise sensorial descritiva.....	49
4.5.2.	Análise sensorial hedónica	50
4.6.	Análise Multivariada dos dados.....	52
4.6.1.	Análise sensorial descritiva.....	52
4.6.2.	Análise sensorial hedónica	55
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS.....	58
5.1.	Considerações Finais.....	58
5.2.	Trabalhos futuros.....	59
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
6.1.	Bibliografia	61
6.2.	Cibergrafia.....	66
7.	ANEXOS	67

LISTA DE TABELAS

Nº	Legenda	Página
1	Tipos de Iogurte	5
2	Classificação dos iogurtes quanto à sua composição e aromatização	5
3	Classificação dos iogurtes quanto ao teor de matéria gorda	5
4	Tabela de composição nutricional de diferentes iogurtes	6
5	Tabela comparativa de polímeros e biopolímeros	10
6	Origem e exemplo de hidrocolóides comercializados	15
7	Escala hedónica de nove pontos utilizada nos testes afetivos	25
8	Diferenças entre os 4 métodos experimentais utilizados	29
9	Lista dos ensaios com adição de ingredientes efetuados	30
10	Formulações finais para os ensaios de conservação	31
11	Ensaio realizado com adição de polpa de morango	37
12	Ensaio realizado com adição de polpa de banana	38
13	Ensaio realizado com adição de polpa de manga enlatada	38
14	Ensaio realizado com adição de polpa de pera e néctar de pera rocha	39
15	Ensaio realizado com adição de outros ingredientes	40
16	Ensaio realizado com adição de vários edulcorantes	41
17	Ensaio realizado com adição de frutose a polpas de fruta	42
18	Resultado final dos <i>snacks</i> testados	42
19	Diferentes % de hidrocolóide utilizados nas formulações finais selecionadas e apreciação organolética correspondente	45
20	Tempos de desidratação finais dos <i>snacks</i>	46
21	Formulações finais dos <i>snacks</i>	47
22	Processo de produção otimizado final	47
23	Valores próprios da matriz de correlação e variância dos novos eixos (componentes principais) (Análise descritiva)	52
24	Coordenadas das componentes principais com base em correlações (Análise descritiva)	52
25	Valores próprios da matriz de correlação e variância dos novos eixos (componentes principais) (Análise hedónica)	55
26	Coordenadas das componentes principais com base em correlações (Análise hedónica)	55

LISTA DE FIGURAS

Nº	Legenda	Página
1	Estrutura de alguns polissacáridos	13
2	Estrutura da unidade de repetição do agar	16
3	Estrutura molecular da goma xantana	17
4	Estrutura molecular da pectina	19
5	Estruturas moleculares do amido e da celulose	20
6	Estrutura da Metilcelulose com um DS de 2.0	21
7	Estrutura da HPMC	21
8	Estrutura da Carboximetilcelulose com um DS de 1.0	21
9	Efeito da temperatura na viscosidade da metilcelulose (gelificação numa solução aquosa a X2%)	23
10	Conteúdo da bimbby após agitar os ingredientes com a borboleta	29
11	Colocação de pequenas porções na folha antiaderente	29
12	Desidratador de alimentos usado para desidratar os <i>snacks</i>	29
13	Aspetto dos <i>snacks</i> depois de estarem totalmente desidratados	29
14	Aspetto dos <i>snacks</i> nas caixas de plástico	29
15	Embalagens transparentes (polietileno de alta densidade)	30
16	Complexos laminados com duas camadas de polietileno e uma camada interna de alumínio	30
17	Aspetto das embalagens transparentes contendo os <i>snacks</i>	30
18	Aspetto dos complexos laminados contendo os <i>snacks</i>	30
19	Aspetto dos <i>snacks</i> finais	46
20	(A) Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais; (B) Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Análise descritiva)	54
21	Classificação hierárquica (dendrograma) dos cinco <i>snacks</i> (Análise descritiva)	54
22	(A) Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais; (B) Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Análise hedónica)	56
23	Classificação hierárquica (dendrograma) dos cinco <i>snacks</i> (Análise hedónica)	57

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CMC – Carboximetilcelulose

DE – (*degree of esterification*) – Grau de esterificação

DS – (*degree of substitution*) – Grau de substituição

EPS – Exopolissacáridos

HM – (*high methoxyl*) – Alta metilação

HPMC – Hidroxipropilmetilcelulose

LAB (*lactic acid bacteria*) – Bactérias formadoras de ácido láctico

LM – (*low methoxyl*) – Baixa metilação

MC – Metilcelulose

MS – (*molar substitution*) – Substituição molar

TA – Ácido tânico

1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

A alimentação é uma das componentes mais importantes da nossa vida. Uma das regras fundamentais para uma boa alimentação é não passar muito tempo sem comer. Fazer 5 a 6 refeições por dia, comendo mais vezes, mas em menos quantidade ajuda a saciar o apetite e a controlar o peso. Mas isto nem sempre é possível devido ao ritmo agitado das pessoas. Das seis refeições diárias, três devem ser mais completas (pequeno-almoço, almoço e jantar) e três devem ser mais leves (a meio da manhã, a meio da tarde e ceia) (Gatenby, 1997).

As refeições a meio da manhã, a meio da tarde e a ceia, mais leves, poderão ser compostas por alimentos ricos em glúcidos, vitaminas, minerais e fibra. Exemplo de refeições ligeiras é uma porção de cereais ou derivados, uma peça de fruta ou um produto lácteo. Porém, nem sempre é fácil ter por perto uma oferta de *snacks* saudáveis, e as alternativas disponíveis são quase sempre pouco saudáveis ou pouco nutritivas, tais como, batatas fritas, *snacks* salgados, bolos, chocolates, bolachas, barras de cereais (Cordeiro, 2011).

Na Europa, em geral, existem *snacks* para todos os grupos etários. Atualmente, a Holanda apresenta o maior consumo *per capita* de salgados na União Europeia, com um valor de 6,4kg/per capita/ano. Portugal apresenta-se em décimo quarto lugar com um consumo de 2,7kg/per capita/ano [1].

Alguns consumidores preferem *snacks* que lhes despertem mais os sentidos, como salgados, crocantes, doces, outros optam por *snacks* mais saudáveis, tais como produtos lácteos (iogurte, queijo) que, para além de serem saborosos, versáteis e convenientes, são bastante nutritivos e contribuem significativamente para a dieta alimentar. No entanto, estes representam apenas 13% dos *snacks* ingeridos pelos consumidores. Uma boa maneira de aumentar a ingestão de produtos lácteos é aliar estes produtos aos *snacks*. Assim, os consumidores não só continuam a ingerir produtos alimentares que apreciam como aumentam a dose diária recomendada de laticínios e de nutrientes. Reconhecendo que as crianças precisam de proteínas, vitaminas e minerais, principalmente cálcio e fósforo, para construírem ossos e dentes fortes, a Academia Americana de Odontologia Pediátrica inclui alimentos lácteos, como queijo, iogurte e leite com chocolate entre os *snacks* recomendados para essa faixa etária (Health benefits of smart snacking, 2011).

Dos produtos lácteos consumidos, os iogurtes são os mais apreciados pelos consumidores, como se pode ver pelos resultados obtidos no anuário Nielsen 2010. As preferências recaem sobre os líquidos, os magros e os de aromas. O seu consumo conduz à ingestão de bactérias com propriedades

probióticas que aumentam a acidez da flora intestinal, inibindo a proliferação de microrganismos nocivos (Anuário Nielsen, 2010; [2]).

Nos últimos anos, a preocupação com questões alimentares e com os efeitos do consumo excessivo de alimentos de consumo fácil (em particular com a obesidade e doenças a ela associadas) tem estado na ordem do dia. A indústria alimentar tem investido fortemente no desenvolvimento de novos produtos de baixo teor calórico, com propriedades funcionais e que simulem produtos menos saudáveis desejados pelos consumidores. A ideia de associar o saudável ao agradável está na base do desenvolvimento de vários produtos alimentares inovadores. No entanto, a maior parte dos produtos disponíveis no mercado são cereais e derivados e bebidas de baixo valor calórico (por exemplo as bolachas de fibras, as barras energéticas ou refrigerantes *light* e bebidas com sabores e de baixo valor calórico), que procuram essencialmente acrescentar a componente fibra (caso dos cereais) ou substituir o açúcar por adoçantes (caso das bebidas e alimentos *light*). À exceção de alguns casos de *snack* saudáveis *light*, a área dos produtos de tipo *snack*, de consumo rápido é ainda uma área pouco explorada pela indústria alimentar.

Face à situação atual, pretendeu-se neste trabalho desenvolver *snacks* de iogurte saudáveis e sensorialmente apelativos. O desenvolvimento foi efetuado na *CookLab Lda*, empresa sediada na INOVISA, Instituto Superior de Agronomia, em Lisboa.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Alimentos tipo *Snack*

Um *snack* é uma porção de alimento, muitas vezes menor do que uma refeição normal, geralmente ingerido entre as refeições. Existe uma grande variedade de *snacks*, podendo ir desde alimentos embalados e processados a alimentos caseiros feitos a partir de ingredientes frescos. Habitualmente, afirma-se que este tipo de alimentos fornece "calorias vazias", ou seja, muitas calorias e consequente valor energético, mas pouco valor nutricional (Gatenby, 1997).

Segundo um estudo conduzido por Gatenby, em 1997, a diferença entre *snacks* e refeições depende do momento em que o alimento é consumido e/ou da composição nutricional do alimento. Gatenby ainda relata que a maioria dos investigadores define um *snack* como uma pequena refeição, menos estruturada e que não é consumido durante as horas das refeições (Gatenby, 1997).

Segundo alguns autores, as refeições são descritas como as principais ocasiões alimentares do dia, nomeadamente pequeno-almoço, almoço e jantar. Já os *snacks* referem-se aos outros episódios de ingestão de alimentos, enquanto *snacking* se refere aos padrões de frequência desses episódios alimentares efetuados em alturas diferentes das alturas das refeições (Gatenby, 1997).

Segundo um estudo sobre *snacks* destinados a adultos e a crianças, os mesmos definiram os *snacks* como alimentos ou bebidas consumidos entre as refeições principais. No mesmo estudo constatou-se também que as crianças ingeriam mais *snacks* saudáveis e em maior quantidade que os adultos. Os resultados obtidos permitiram concluir que uma vez que os principais alvos são as crianças, é importante que as mensagens de *snacks* saudáveis sejam destinadas tanto a crianças como a adultos (Chaplin e Smith, 2011).

Geralmente, existem dois tipos de *snacks*: os que apresentam um baixo teor em gordura, sal, açúcar e calorias e os que apresentam um baixo valor nutricional e um elevado teor de gordura saturada, sal e açúcares refinados. Os primeiros incluem frutas e vegetais, sementes, frutos secos e alimentos integrais e, se ingeridos em quantidade razoável, para além de fornecer um elevado valor nutricional, os frutos secos e as sementes também permitem um aumento no consumo de ácidos gordos como os ómega 3 e ómega 6, essenciais para a diminuição dos níveis de colesterol no sangue. Na segunda categoria, inserem-se tabletes de chocolate, batatas fritas, bolos, doces e outros petiscos que, se consumido com frequência, podem elevar o colesterol total, a pressão arterial e o peso corporal, tornando-se fatores de risco para doenças coronárias, AVC e diabetes (Lloyd-Williams *et al.*, 2008).

Nos dias de hoje, o hábito de comer *snacks* é cada vez mais comum. As pessoas ingerem mais e com maior frequência. Além disso, as calorias ingeridas e as ocasiões de *snacking* têm vindo a aumentar significativamente. Existe maior quantidade de dados sobre os hábitos de consumo de adolescentes do que de adultos, no entanto, alguns estudos descobriram que há uma variedade de razões que impedem os adultos de ingerir *snacks* saudáveis, designadamente, a disponibilidade, conveniência e aceitação social. A disponibilidade e a conveniência são dois dos fatores que mais influenciam a escolha de *snacks* por parte dos consumidores. Segundo um estudo efetuado pela Danone às mulheres empresárias, 38% respondeu que petiscam alimentos que lhes estejam mais acessíveis, e, apesar de preferirem petiscar frutas ou frutos secos, muitas acabam por optar por “comida de plástico” por ser mais acessível e prático de transportar [3].

Apesar de a acessibilidade ser um dos fatores cruciais, por vezes a motivação para comer *snacks* saudáveis sobrepõe-se a isso. Pei-Lin, num estudo efetuado em 2004, descobriu que manter o peso e ter saúde são dos principais motivos que levam a esta ingestão e que muitos consumidores até se sentem melhor e mais energéticos após a sua ingestão. Os inquiridos não negaram comer *snacks* pouco saudáveis, no entanto, afirmaram que iriam evitá-los caso sofressem um aumento de peso ou fossem diagnosticados com alguma doença (Pei-Lin, 2004).

2.2. Iogurte

2.2.1. Definição

Em Portugal, segundo a portaria nº 742/92 de 24 de Julho, o iogurte é um produto coagulado, obtido por fermentação láctica devido à ação exclusiva de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* sobre o leite ou produtos lácteos (leite pasteurizado, leite pasteurizado parcialmente desnatado, leite pasteurizado desnatado ou nata pasteurizada) com ou sem a adição de leite em pó ou derivados, açúcares e edulcorantes, devendo a flora específica estar viva e abundante no produto final (igual ao superior a 10^7 /g) (Portaria nº 742/92).

A Tabela 1 indica os tipos de iogurte existentes e a Tabela 2 permite a classificação dos iogurtes quanto à composição e aromatização.

Tabela 1. Tipos de iogurte (adaptado de Portaria nº 742/92)

Tipo de iogurte	Definição
Sólido	Iogurte tradicional, que é coagulado na própria embalagem, natural ou aromatizado
Batido	Iogurte coagulado em tanque, agitado e arrefecido antes de embalado. É

	cremoso, natural ou adicionado de pedaços ou polpa de fruta
Líquido	Iogurte liquefeito depois de coagulado, seguido de arrefecimento e embalagem. É cremoso com adição de aromas ou polpa

Tabela 2. Classificação dos iogurtes quanto à sua composição e aromatização
(adaptado de Portaria nº 742/92)

Classificação de iogurtes	
<u>Composição</u>	
Natural	Sem adição de mais nada para além do leite e das culturas microbianas
Açucarado	Com adição de sacarose ou outros açúcares, edulcorantes e emulsionantes
<u>Aromatização</u>	
Pedaços	Adição de pedaços de fruta
Aromatizados	Adição de aromas
Polpa	Adição de polpa de fruta
Outros	Adição de um destes constituintes: mel, café, chocolate, sementes, cereais,...

Os teores de matéria gorda dos iogurtes também são um aspeto a ter em conta, como tal estão definidos pela legislação portuguesa e a sua classificação é feita pelos seguintes parâmetros:

Tabela 3. Classificação dos iogurtes quanto ao teor de matéria gorda (Adaptado de Portaria nº742/92)

Classificação	Teor mínimo de matéria gorda	Teor máximo de matéria gorda
Magro	-	0.3% (m/m)
Meio-gordo	1.5% (m/m)	1.8% (m/m)
Gordo	3.5% (m/m)	-

2.2.2. Processo de produção

A produção do iogurte tem início na seleção das matérias primas, em que após a receção, o leite, o leite em pó e o açúcar, são analisados e é garantida a sua elevada qualidade. Este passo é fundamental uma vez que apenas matérias-primas de alta qualidade poderão originar um produto final com a qualidade desejada (Silva *et al.*, 2010).

O leite desnatado com um teor mínimo de sólidos de 10% é o mais frequentemente usado como material de partida. A pasteurização a 90-95°C por 5-10 min desnatura a proteína do soro e aumenta a sua capacidade de ligação com as moléculas de água.

Em geral, o leite utilizado para a produção de iogurte tem um conteúdo de gordura e sólidos totais padronizados, a fim de obter os produtos acabados consistentes, sejam eles iogurtes magro, meio-gordo ou gordo. Esta normalização desempenha um papel importante na obtenção da consistência, estabilidade de viscosidade e valor nutricional (Hui *et al.*, 2004; Stevens, 2010).

Após este passo, dá-se início o processamento do iogurte, que está subdividido em várias fases: mistura e homogeneização, pasteurização, fermentação, arrefecimento, adição de base de frutas, embalagem e conservação (Hui *et al.*, 2004).

2.2.3. Valor nutricional

O valor nutricional dos diferentes tipos de iogurte é variável, dependendo de ser magro, meio-gordo ou gordo (maior ou menor teor lipídico), de serem ou não açucarados (maior e menor teor de hidratos de carbono), terem ou não fruta ou outros componentes, entre outros factores. Na Tabela 4, como exemplo mostra-se a composição nutricional de diferentes tipos de iogurtes meio-gordo:

Tabela 4. Tabela de composição nutricional de diferentes iogurtes (por 100g) (Fonte: INSA)⁴

	Iogurte natural sólido meio gordo	Iogurte aromatizado açucarado líquido meio gordo	Iogurte açucarado batido meio gordo com fruta
Energia (kcal)	54	70	91
Água (g)	87,9	83,3	78,2
Proteína (g)	4,2	3,0	4,3
Lípidos (g)	1,8	1,3	1,7
Hidratos de carbono (g)	5,0	11,5	14,6
Cálcio (mg)	118	105	134
Fósforo (mg)	108	78	114
Potássio (mg)	183	98	209

2.2.4. Benefícios do seu consumo

Como derivado do leite, o iogurte é uma importante fonte de proteínas, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e vitaminas do complexo B. Tem um baixo teor em lactose porque esta é parcialmente transformada em ácido láctico durante o processo de fermentação, dissolvendo o cálcio presente no iogurte e facilitando a assimilação do iogurte em indivíduos com intolerância à lactose (Mazahreh e Ershidat, 2009).

As bactérias formadoras de ácido láctico (LAB – *lactic acid bactéria*), presentes nos iogurtes, são habitantes naturais do trato gastrointestinal e apresentam características específicas que as tornam particularmente atrativas para serem utilizadas como "probióticos". Uma dessas características é a sua capacidade de converter lactose em ácido láctico, por fermentação. Durante esse processo, verifica-se um aumento da acidez do leite e as condições de crescimento de outros microrganismos vão se tornando cada vez mais desfavoráveis (Shiby e Mishra, 2013).

Os efeitos benéficos das LAB prendem-se com a sua aptidão em suprimir o crescimento de microrganismos patogénicos, quer diretamente por colonização do trato gastrointestinal quer através da produção de substâncias anti bacterianas (Shiby e Mishra, 2013).

Também se verifica que o conteúdo proteico do iogurte é superior ao do leite devido à adição de leite em pó durante o seu processamento. As proteínas do leite, que têm um alto valor biológico, são parcialmente pré-digeridas por ação das bactérias lácticas, o que permite uma melhor digestão (Mazahreh e Ershidat, 2009).

Embora tenha uma composição semelhante à do leite, o iogurte é rico em proteínas, vitaminas B2 e B12, minerais, tais como cálcio, magnésio, potássio, zinco, e outros (Wang *et al.*, 2013).

Outro dos benefícios do iogurte prende-se com a interferência das bactérias lácticas na colonização e proliferação dos agentes patogénicos, evitando assim a manifestação de certos microrganismos nocivos. Para além do mais, inibem a ação tóxica de determinados agentes que conduzem ao aparecimento do cancro do cólon, atenuam distúrbios gastrointestinais e fortalece as nossas defesas contra microrganismos indesejáveis (Buttriss, 1997; Mazahreh e Ershidat, 2009).

2.3. Alimentos Funcionais

Podem ser considerados alimentos funcionais, os alimentos integrais, alimentos enriquecidos ou melhorados que proporcionem benefícios de saúde para além do fornecimento de nutrientes essenciais (por exemplo, vitaminas e minerais), quando consumidos com frequência e como parte de uma dieta variada (Hasler, 2002).

Muitos alimentos (frutas, legumes, laticínios, leguminosas, pescado e carne) contêm diversos componentes naturais que oferecem benefícios além dos nutrientes essenciais. Como exemplos, tem-se o licopeno no tomate, os ácidos gordos ómega 3 e ómega 6 nos peixes, o chá e o chocolate possuem atributos funcionais, que trazem benefícios à saúde do consumidor (American Dietetic Association, 2009; European Commission, 2010).

O conceito de alimentos funcionais surgiu pela primeira vez no Japão, na década de 1980, com a publicação de uma regulamentação que aprovava determinados alimentos com benefícios de saúde, de modo a melhorar a saúde da população idosa do país. Esta publicação define os alimentos funcionais como sendo alimentos processados que contêm substâncias ou nutrientes que desempenham uma

função específica nas funções fisiológicas do organismo humano, para além do seu conteúdo nutricional (Hasler, 2002).

Segundo Roberfroid, de um ponto de vista prático, um alimento funcional pode ser (Roberfroid, 2002):

- a) Um alimento natural, como as cenouras ou tomates, porque são ricos em componentes alimentares psicologicamente ativos, tais como *betacaroteno* e *licopeno*, respetivamente;
- b) Um alimento ao qual um componente foi adicionado, que não é necessariamente um macro nutriente ou micronutriente, mas que foi comprovado o seu efeito benéfico;
- c) Um alimento ao qual ao componente foi removido por causar um efeito prejudicial ao organismo quando consumido;
- d) Um alimento em que a biodisponibilidade de um ou mais componentes tenha sido modificado;
- e) Ou qualquer combinação dessas possibilidades.

De momento, os compostos mais importantes e os alimentos funcionais mais utilizados são os probióticos, os prebióticos, as plantas com propriedades antioxidantes, as vitaminas e o cálcio (Grajek *et al.*, 2005).

Os probióticos são definidos como suplementos microbianos viáveis selecionados, que, quando introduzidos em quantidades suficientes, afetam benéficamente o organismo humano através dos seus efeitos no trato gastrointestinal. Segundo a Organização Mundial de Saúde, os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (Grajek *et al.*, 2005).

Atualmente há um grande número de probióticos utilizados e disponíveis em alimentos lácteos fermentados, como os iogurtes, onde frequentemente são utilizados os lactobacilos e as bifidobactérias. As bactérias lácticas constituem um grupo diversificado de organismos que fornecem benefícios consideráveis para a humanidade, como alguns habitantes naturais do trato intestinal, e outros, como as bactérias lácticas fermentativas, utilizadas na indústria alimentar, dando sabor, textura e com propriedades conservantes. Além destas, algumas espécies são administradas a seres humanos como suplementos microbianos vivos, que influenciam positivamente a saúde, principalmente por melhorar a composição da microbiota intestinal (Grajek *et al.*, 2005; Roberfroid, 2000).

Os efeitos fisiológicos relacionados com as bactérias probióticas incluem a redução do pH intestinal; a produção de algumas enzimas digestivas e vitaminas; a produção de substâncias anti-bacterianas, por exemplo, ácidos orgânicos, bacteriocinas, entre outras substâncias; a reconstrução da microflora intestinal após desordens causadas por diarreias; a redução do nível de colesterol no sangue; a

supressão de infecções bacterianas; a remoção de substâncias cancerígenas e a melhoria da absorção de cálcio (Grajek *et al.*, 2005).

No entanto, como os probióticos têm como função proporcionar benefícios ao consumidor, estes devem existir em quantidade suficiente e cumprir com alguns critérios de segurança, efeitos funcionais e tecnológicos. Não devem ser patogênicas, não devem ter capacidade de transferência de genes de resistência a antibióticos e devem possuir a capacidade de manter a estabilidade genética.

Para ser reconhecidas como componentes alimentares funcionais, os probióticos devem demonstrar as seguintes propriedades: resistência às enzimas digestivas, aderência à superfície do intestino, atividade antagonista contra agentes patogênicos humanos, anti-cancerígenos e anti-mutagênicos, efeitos redutores do colesterol, estimulação do sistema imunitário, sem efeitos inflamatórios, entre muitos outros (Grajek *et al.*, 2005).

Quanto às propriedades tecnológicas, as bactérias desempenham um papel muito importante na produção de probióticos. Assim, devem possuir boas propriedades sensoriais, boa atividade fermentativa, capacidade de sobrevivência durante a liofilização ou secagem por pulverização, um correto crescimento e viabilidade nos produtos alimentares e elevada estabilidade durante o armazenamento a longo prazo (Grajek *et al.*, 2005).

Os prebióticos são uma alternativa para os probióticos e são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis ou pouco digeríveis durante o processo digestivo que beneficiam o organismo hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento ou a atividade de um ou de um número limitado de bactérias probióticas. Os únicos prebióticos sobre os quais se tem informação suficiente para permitir uma avaliação da sua possível classificação como ingredientes para alimentos funcionais são os frutanos do tipo inulina, que incluem a inulina nativa, inulina hidrolisada enzimaticamente ou oligofrutose e frutooligossacarídeos sintéticos. Os prebióticos podem ser encontrados em chicórias, cebolas, alhos, espargos, alcachofras, alho-porro, bananas, tomates e muitas outras plantas (Grajek *et al.*, 2005).

2.4. Biopolímeros

Os biopolímeros são definidos como polímeros biologicamente degradáveis, porque são obtidos a partir de fontes renováveis, sejam eles resultantes de plantas ou produtos de origem animal. A longo prazo serão importantes uma vez que utilizam principalmente energia renovável em todo o seu ciclo de vida e porque não colocam em risco os recursos da Terra (Sylvian, 2010; Visch, 2001).

De acordo com a *American Society for Testing and Materials* (ASTM), os biopolímeros são polímeros degradáveis cuja degradação ocorre via microrganismos que ocorrem naturalmente, como bactérias, fungos e algas (Visch, 2001).

Estes biopolímeros, por serem naturais e abundantes, podem ter aplicações em várias áreas, como a agricultura, a indústria alimentar, têxtil, medicina, entre outros. Uma mais-valia é que não causam problemas ambientais ao contrário dos polímeros sintéticos. Os recentes problemas de alterações climáticas, efeito de estufa, escassez de recursos não renováveis levam a que haja um maior interesse por este tipo de materiais e uma busca incessante pela promoção da eficiência energética (Sylvian, 2010).

Os biopolímeros apresentam inúmeras vantagens: sendo um material sustentável e produzido a partir de recursos renováveis, os biopolímeros são biocompatíveis, sendo possível a sua utilização como próteses ou implantes no corpo humano. Ademais, podem também ser produzidos a partir de efluentes de indústrias alimentares, contribuindo assim para melhorar as questões ambientais no que toca aos efluentes. Têm uma vasta gama de aplicações e propriedades, sendo utilizados em situações que aumentam a sua funcionalidade e geram benefícios adicionais. Para além do mais, as empresas que recorram aos biopolímeros transmitem uma melhor imagem quanto à sustentabilidade do ambiente (Sylvian, 2010; Visch, 2001).

No entanto, estes compostos também têm as suas desvantagens: a sua combustão produz dióxido de carbono renovável e a sua decomposição natural leva à produção de metano cuja reabsorção pela atmosfera é mais lenta, podendo, assim, causar sérios problemas ambientais. Para além disso, estes biopolímeros podem conter aditivos que possuam algum tipo de efeito tóxico e os preços destes ser relativamente elevados em comparação com os polímeros sintéticos (Sylvian, 2010; Visch, 2001).

A Tabela 5 apresenta um resumo das vantagens e desvantagens tanto dos polímeros tradicionais como dos biopolímeros.

Tabela 5. Tabela comparativa de polímeros e biopolímeros

Polímeros tradicionais	Biopolímeros
<i>Vantagens</i>	
Boas propriedades mecânicas	Fontes renováveis
Boas propriedades físicas e químicas	Biodegradáveis e recuperação via compostagem
<i>Desvantagens</i>	
Fontes não renováveis	Elevado custo
Recuperação via reciclagem	Elevada absorção de água
Baixa resistência térmica	Baixa resistência mecânica, física e química

Existem três tipos de biopolímeros sintetizados por organismos vivos: os polissacáridos, cujas unidades monoméricas são os açúcares, as proteínas que são constituídas por polipéptidos cujos monómeros são aminoácidos e os polinucleótidos que são constituídos por monómeros nucleotídicos ligados covalentemente numa cadeia linear. Como exemplo de polissacáridos tem-se a celulose e o amido, como proteínas tem-se a hemoglobina e a mioglobina e como polinucleótidos tem-se o ADN e o ARN (Sreejith *et al.*, 2010).

2.4.1. Polissacáridos

Muitos sistemas alimentares consistem de misturas aquosas de biopolímeros que interagem de diferentes formas de modo a produzirem atributos que tenham impacto na qualidade, na textura e estabilidade do produto alimentar. Os polissacáridos constituem um importante grupo de biopolímeros que interagem ou atuam sob determinadas condições, criando redes ou estruturas tridimensionais que ligam a fase aquosa. Estas estruturas desempenham um papel importante na textura, no *flavour release* e na estabilidade de uma vasta gama de produtos alimentares tais como coberturas, sobremesas, gelatinas e sopas. Os polímeros de polissacáridos, tais como, amidos, pectinas, goma xantana, alginatos, carragenina, entre outros, são vastamente utilizados como agentes espessantes, estabilizantes e gelificantes (Okechukwu e Anandha Rhao, 1998).

Os polissacáridos são os biopolímeros naturais mais abundantes na Natureza e representam o maior grupo de polímeros produzidos em todo o mundo: mais de 150 mil toneladas de polissacáridos são produzidas por ano, em comparação com os cerca de 140 toneladas de polímeros sintéticos (Poli *et al.*, 2011).

Os polissacáridos são polímeros complexos compostos por vários monossacáridos ligados entre si por ligações glicosídicas, apresentando assim uma massa molecular elevada. Por hidrólise, ou mediante a ação de determinadas enzimas, podem dar origem a polissacáridos menores, a oligossacáridos, a dissacáridos ou a monossacáridos. Todos estes compostos fazem parte dos hidratos de carbono que são compostos orgânicos constituídos por átomos de carbono, hidrogénio e oxigénio. O termo hidrato de carbono é utilizado para classificar compostos que tenham como fórmula geral $C_n(H_2O)_{n-1}$ (Vaclavik e Christian, 2008).

Quanto à constituição, os polissacáridos podem ser homopolissacáridos, se constituídos por um só tipo de monómero, como é o caso da celulose ou do amido (polímeros de glucose), ou heteropolissacáridos, se constituídos por diferentes tipos de monómeros, como é o caso do peptidoglicano (Silva, 2010).

As estruturas moleculares dos polissacáridos estão bem definidas, todas elas constituídas por várias unidades de monossacáridos, sendo predominante a D-glucose. Algumas moléculas são lineares, enquanto outras são ramificadas, e à medida que se aumenta o grau de ramificação, surgem modificações nas propriedades físicas destas estruturas, tais como a solubilidade em água, a viscosidade e o seu comportamento durante a gelificação (Stephen e Churms, 2006).

Dependendo do papel funcional, os polissacáridos podem ser substâncias de reserva de energia, como o amido nas plantas e o glicogénio nos animais; elementos estruturais que mantêm a estrutura das células vivas (celulose, hemicelulose e pectina nas paredes celulares e quitina nos fungos e exoesqueletos de artrópodes) e elementos de ligação de água, tais como, o agar, a pectina e os alginatos. Para além destes três papéis, os polissacáridos podem ainda unir-se às proteínas ou aos lípidos e formar as glicoproteínas ou os glicolípidos, respetivamente, que são estruturas que desempenham funções importantes em muitos processos bioquímicos e fisiológicos (Poli *et al.*, 2011; Singh, 2011).

A grande maioria dos polissacáridos encontra-se em plantas e vegetais que representam uma fonte renovável destes biopolímeros utilizados para diversos fins. Os mais importantes são os amidos, as pectinas e as gomas. Todos eles são geralmente hidratos de carbono complexos com propriedades distintas, que dependem das unidades de açúcar que compõem a molécula, do tipo de ligações glicosídicas e o grau de ramificação das moléculas (Poli *et al.*, 2011; Vaclavik e Christian, 2008).

Os polissacáridos obtidos a partir de plantas são usados na produção de alimentos, como fonte de hidratos de carbono, fontes de açúcares monoméricos, xaropes, adoçantes e fibras dietéticas.

O amido proveniente da batata, do milho e de outras plantas, é a principal fonte de edulcorantes, tais como a maltose e os xaropes de glucose ou de frutose. As pectinas, provenientes das maçãs e frutas cítricas, são muito utilizadas como ingredientes funcionais, devido essencialmente às suas propriedades de gelificação necessárias para a produção de compotas e geleias, sumos de fruta e produtos de confeitaria. Para além disto, a pectina também tem poder estabilizante, sendo, por isso, utilizada para a estabilização de iogurtes (Poli *et al.*, 2011).

Já os polissacáridos não amiláceos isolados a partir de frutos e vegetais, como a celulose, a hemicelulose e as pectinas, são os constituintes principais das fibras dietéticas, que incluem uma série de diferentes polímeros, variáveis em tamanho molecular, estrutura e composição monomérica. São largamente utilizados na produção industrial de alimentos, também como aditivos, espessantes, emulsionantes e gelificantes (Poli *et al.*, 2011).

Todos estes compostos são não tóxicos, biocompatíveis e biodegradáveis, tornando-os, assim, adequados para diferentes usos farmacêuticos e biomédicos (Poli *et al.*, 2011).

A Figura 1 ilustra a estrutura de alguns polissacáridos.

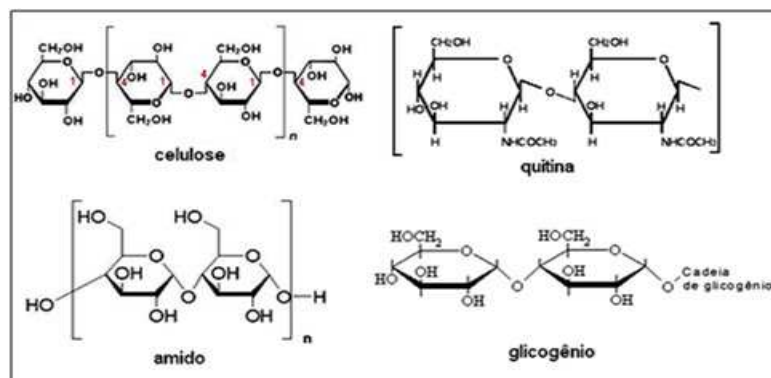


Figura 1. Estrutura de alguns polissacáridos (adaptado de: http://biofraganunes.blogspot.pt/2011_09_01_archive.html)⁵

Para além dos polissacáridos já referidos, existem ainda os polissacáridos sintetizados pelas bactérias como é o caso da goma xantana. Têm como vantagens, a uniformidade das suas propriedades físicas e químicas devido à especificidade do microrganismo utilizado, que permite um controlo mais rigoroso dos parâmetros de fermentação, uma produção independente das condições climáticas, uma maior rapidez na obtenção do produto acabado e a necessidade de espaço de armazenamento relativamente pequeno. Como desvantagens, apresenta um elevado custo associado aos programas de identificação de novos polímeros e um elevado custo e tempo necessários para obter autorização para uso alimentar (Morris, 2006; Souza e Garcia-Cruz, 2004).

Os polissacáridos bacterianos podem ser intracelulares, integrantes das paredes celulares e extracelulares. O principal polissacárido integrante das paredes celulares é o peptidoglicano, que é o polissacárido maioritário do espaço periplasmático existente na parede celular de bactérias gram-negativas, como *E. coli*, e que separa a membrana interior da exterior e é o principal constituinte da parede celular de bactérias Gram positivas, como é o caso das bactérias do género *Lactobacillus*. Este polissacárido constituído por aminoácidos e açúcares, adquire uma estrutura de ligação cruzada entre os dois aminoácidos constituintes em diferentes pontos das cadeias de açúcar, conferindo estrutura e resistência à célula e proporcionando uma barreira durante a pressão osmótica interna. Para além do mais, o peptidoglicano tem plasticidade suficiente para permitir o crescimento e divisão das células (Friedrich *et al.*, 2008; Varki *et al.*, 1999).

Quanto aos exopolissacáridos (EPS), estes são frequentemente encontrados no exterior de células procarióticas e eucarióticas. Podem ocorrer em forma de cápsulas associadas à superfície da célula ou serem segregados para o meio ambiente. Algumas bactérias conseguem produzir ambos os tipos. Os

exopolissacáridos são estruturas complexas que existem numa grande variedade e crê-se que sejam sintetizados como mecanismo de autoproteção contra substâncias antimicrobianas (Cerning, 1990, Vijayabaskar *et al.*, 2011).

Existem muitos polissacáridos bacterianos potencialmente úteis, no entanto apenas poucos são desenvolvidos e aplicados industrialmente, devido à possibilidade das bactérias serem patogénicas, a produção ter um custo elevado e a qualidade do produto acabado não ser aceitável. Dos diferentes tipos dos polissacáridos bacterianos, os exopolissacáridos têm uma maior aplicação industrial por apresentarem um processo de extração e purificação mais simples, bem como a possibilidade de uma produtividade mais elevada. (Friedrich *et al.*, 2008).

A maior parte das bactérias permite uma produção de EPS em todas as condições culturais, mas para se obter produção máxima, as condições de crescimento devem ser otimizados. Normalmente, a sua produção é favorecida em condições aeróbias, obtendo-se maior quantidade de polímero em meios sólidos (Cerning, 1990).

A produção é estimulada por nutrientes limitantes como o azoto e excesso de hidratos de carbono. A limitação da fonte de carbono e energia resulta na produção mínima dos EPS, enquanto a deficiência de azoto, fósforo ou enxofre conduz a um aumento da produção de polímero (Cerning, 1990).

Todos os polissacáridos referidos até agora são muito utilizados na indústria alimentar, como agentes espessantes, emulsionantes, estabilizantes e gelificantes, sendo comumente designados por hidrocolóides. E são estas propriedades funcionais que permitem que os alimentos adquiram texturas tão características (Souza e Garcia-Cruz, 2004).

2.4.2. Hidrocolóides

Um hidrocolóide pode ser definido como uma substância que forma um gel quando em contacto com a água. Tais substâncias possuem a capacidade de gelificar ou espessar soluções aquosas, estabilizar espumas, formar emulsões ou dispersões entre outros (Lersch, 2008; Williams e Phillips, 2000).

Os hidrocolóides podem ser de origem vegetal, marinha, animal e microbiana, podendo ou não ser modificados quimicamente (Tabela 6).

Tabela 6. Origem e exemplo de hidrocolóides comercializados (Fonte: Williams, 2000)

Origem da matéria-prima	Local de onde é extraído	Hidrocolóide
Vegetal	Árvores	Celulose
	Plantas	Pectina, inulina, amido e celulose
	Sementes	Goma guar
Marinha	Alga vermelha	Agar, carragenina
	Alga castanha	Alginato
Animal	-	Gelatina, soro de leite, quitina
Microbiana	-	Goma xantana, goma gelano
Outros	Síntese química	Celuloses, amidos e pectinas modificadas

Inicialmente, os hidrocolóides eram apenas utilizados na indústria alimentar, mas hoje em dia, estas mesmas substâncias estão disponíveis em pequenas quantidades e a um preço acessível, para quem os quiser utilizar nas suas cozinhas domésticas (Lersch, 2008).

Apesar dos hidrocolóides serem basicamente agentes modificadores de texturas, alterando a textura e aparência dos alimentos mas não o sabor, estes compostos têm também um papel importante em termos alimentares, contribuindo para a saúde pública uma vez que reduzem a ingestão de gordura e açúcar, sem no entanto, deixar de proporcionar a sensação de saciedade (Ivanovic, 2011; Kritchevsky, 1999; Lersch, 2008).

Os hidrocolóides fazem parte dos aditivos alimentares que são substâncias de composição química conhecida que não podem ser considerados como alimentos ou ingrediente de um alimento e não apresentam valor nutricional. São, por isso, adicionados aos alimentos para melhorar as suas propriedades tecnológicas e sensoriais. Estes podem ser adicionados durante o processo de produção, embalagem ou transporte (Ivanovic, 2011).

Dentro da classe dos aditivos alimentares encontram-se os emulsionantes, estabilizantes, espessantes e gelificantes, identificados por E400-E499 pelo código europeu:

- **Emulsionantes** – Substâncias cuja estrutura molecular permite a ligação de moléculas de água e de gordura. Assim, quando adicionados, os emulsionantes permitem manter uma mistura homogénea de duas ou mais fases normalmente não miscíveis. São utilizados na confeção de maioneses, margarinas, gelados e chocolates. Como exemplo tem-se a lecitina, o alginato, a carragenina, derivados da celulose entre outros.

- **Estabilizantes** – Substâncias que mantêm as propriedades físicas e a homogeneidade dos alimentos, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem a sua fórmula. Podem ser espessantes que aumentam a viscosidade ou gelificantes que formam uma rede intramolecular estável.

São usados na produção de gelados, iogurtes e chocolates. Como exemplo tem-se o agar, o alginato, as gomas entre outros.

- **Espessantes** – Substâncias que aumentam a viscosidade dos alimentos. Como exemplo tem-se o agar, a carragenina, derivados da celulose, goma de alfarroba entre outros.
- **Gelificantes** – Substâncias que conferem aos alimentos uma determinada textura, em resultado da formação de um gel. Utilizam-se em sobremesas, compotas e doces. Como exemplo tem-se o agar, a goma gelano entre outros (Moura, 2011; [6]).

Existem no mercado muitas substâncias utilizadas como hidrocolóides, no entanto, neste trabalho, apenas irão ser abordados alguns e muito resumidamente.

2.4.2.1. Agar

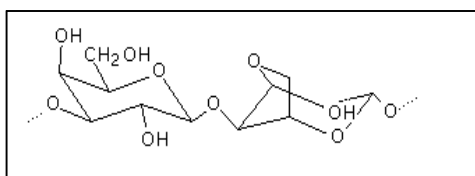


Figura 2. Estrutura da unidade de repetição do agar
(Adaptado de: <http://www.cybercolloids.net/>)⁷

O agar é um polissacárido utilizado como aditivo alimentar há mais de 300 anos. A sua descoberta data de 1658, muito antes dos alginatos e dos carragenatos. É extraído de algas vermelhas marinhas e definido como um hidrocolóide de enorme poder de gelificação. É caracterizado com o código europeu E406 (Armisen e Galatas, 2000).

A sua estrutura (Figura 2) é uma mistura de dois componentes, agarose e agarpectina. As frações maioritárias do agar correspondem à agarose, que são moléculas de elevado peso molecular, rondando os 100.000 *Daltons* e com um baixo teor em sulfatos (0,15%). As restantes frações são referentes à agarpectina que apresentam um peso molecular na casa dos 14.000 *Daltons* e um teor considerável em sulfatos (5-8%) (Armisen e Galatas, 2000; Stanley, 2006).

O agar é uma mistura destes dois componentes em quantidades variáveis e a sua gelificação ocorre exclusivamente devido ao conteúdo em agarose. Como não necessita de mais nenhuma substância para gelificar, o agar apresenta um enorme potencial para variadas aplicações, tais como, ingrediente alimentar, utilização biotecnológica, cultura de células e tecidos, entre outros (Armisen e Galatas, 2000).

O agar produzido por espécies *Gelidium* e *Pterocladia* apresenta sinergias com a goma de alfarroba, uma vez que a resistência do gel é aumentada e a textura é modificada de maneira a que a sua rigidez

diminua e a elasticidade aumente, tornando-o, assim, menos quebradiço (Armisen e Galatas, 2000; Stanley, 2006).

A elasticidade do gel é promovida pelo açúcar, glicerol e sorbitol. Por outro lado, a presença de ácido tânico (TA), em quantidades razoáveis, pode inibir a gelificação. Este ácido é encontrado em algumas frutas, como a abóbora, maçã e ameixa. No entanto, adicionando pequenas quantidades de glicerol, é possível evitar esta inibição. O agar pode sofrer hidrólise, conduzindo à perda do seu poder de gelificação. Hidrólise ácida é mais frequente, em resultado de pH baixo e do tempo prolongado que o agar está em dissolução a temperaturas elevadas. Geralmente, a hidrólise não é um problema, a menos que o agar seja submetido a um aquecimento prolongado a pH abaixo de 5.5 (Armisen e Galatas, 2000; Stanley, 2006).

A mistura de agar com água forma um gel claro ou semi-opaco, cuja temperatura de gelificação é de 32-45°C e temperatura de fusão de 85-95°C, dependendo da espécie utilizada. É um gel termorreversível, resistente ao calor, porém quebradiço. A sua dispersão pode ser feita tanto em água fria como quente, no entanto, a hidratação apenas é possível a temperaturas superiores a 90°C, sendo necessário ferver para gelificar o agar. A sua gama de pH é de 2.5 a 10. Toleram bem sais, açúcar, álcoois e ácidos. A sua concentração típica é de 0.2% para montar e 0.5% para gelificar. Tem diversas aplicações na indústria alimentar, tais como: produtos lácteos, patés, produtos enlatados, clarificação de bebidas, doces e confeitaria, cobertura de bolos, massas de pão (Armisen e Galatas, 2000; Stanley, 2006; Lersch, 2008).

2.4.2.2. Goma Xantana

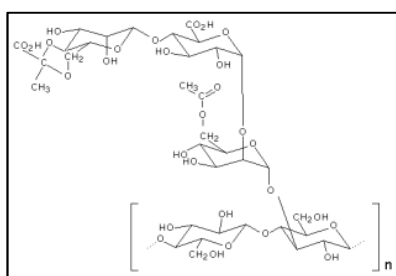


Figura 3. Estrutura molecular da goma xantana
(Adaptado de: <http://www.cybercolloids.net/>)⁷

De todos os polissacáridos de origem bacteriana, a goma xantana (Figura 3) tem sido a mais estudada, uma vez que é utilizada em alimentos desde 1969. É produzida pela bactéria *Xanthomonas campestris*, bactéria essa que existe na Natureza, mais concretamente em folhas de couves e noutras plantas (Friedrich *et al.*, 2008; Moura, 2011).

O seu elevado peso molecular permite a formação de complexos aglomerados moleculares, via pontes de hidrogénio, o que resulta num elevado comportamento reofluidificante da goma, isto é, quanto

maior a força aplicada, menor a viscosidade. No entanto, assim que a força cessa, a solução retoma a viscosidade inicial (Friedirich *et al.*, 2008; Moura, 2011).

Tanto a dispersão como a hidratação desta goma pode ser feita em água fria ou quente. Ao passo que a dispersão pode ser melhorada com adição de açúcar, já a hidratação não é bem-sucedida em concentrações elevadas de açúcar. Ao produzir um gel, este é termorreversível, de elevada viscosidade e de aparência transparente. Só em interação sinérgica com outros hidrocolóides, tais como o konjac ou a goma de alfarroba, a goma xantana gelifica, caso contrário, apenas forma soluções viscosas. Caso a sinergia seja com o konjac, os géis formados são suaves (Friedirich *et al.*, 2008; Lersch, 2008; Moura, 2011).

A sua gama de pH é elevada (1-13), como tal, tolera bem ácidos, bases e sais. Dentro da gama de pH indicada, a viscosidade da solução é elevada e uniforme, e independente da temperatura, sendo que as diferenças de viscosidades são mais notáveis quando se utilizam baixas concentrações da goma xantana. Mesmo com valores de pH reduzido, as soluções apresentam uma excelente estabilidade durante longos períodos de tempo (Lersch, 2008; Sworn, 2000).

Mesmo em concentrações baixas, a goma xantana tem um elevado poder espessante, e consoante a concentração, diferente será o produto obtido: 0.25%(p/v) para molho pouco espessos, 0.7-1.5%(p/v) para molhos espessos e 0.5-0.8%(p/v) para espumas (Lersch, 2008; Moura, 2011).

A goma xantana é amplamente utilizada na indústria alimentar graças às suas propriedades de suspensão, estabilização e comportamento reofluidificante. É caracterizada com o código europeu E415. É utilizada em revestimentos de massa para anéis de cebola e em massas para produtos congelados. Contribui para a suavidade e incorporação e retenção de ar em bolos, massas de pão e biscoitos. Confere uma maior resistência a danos durante o transporte (Lersch, 2008, Sworn, 2000).

2.4.2.3. Pectinas

As pectinas são polissacáridos de elevado peso molecular, constituídos maioritariamente por unidades de ácido galacturónico, e que apresentam boa dispersão em água. Os grupos carboxílicos presentes podem estar livres ou esterificados com metanol (May, 2000; Vaklavik e Christian, 2008).

Estruturalmente, as moléculas de pectina são constituídas por uma cadeia principal linear de unidades repetidas de α -D-ácido galacturónico, em ligações 1 \rightarrow 4, em que parte destas unidades apresenta-se esterificada, com grupos metóxilo (Figura 4). No entanto, essa cadeia é interrompida por unidades de α -L-ramnose, em ligações 1 \rightarrow 2, às quais estão ligadas cadeias laterais formadas por açúcares neutros,

como ramnose, galactose, arabinose e outros açúcares em quantidades menores (Brandão, 1999; Vaklavik e Christian, 2008).

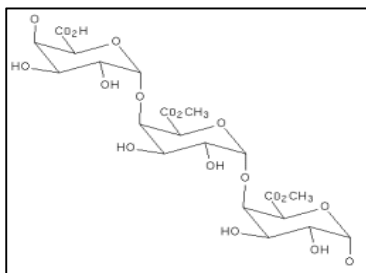


Figura 4. Estrutura molecular da pectina
(Adaptado de: <http://www.cybercolloids.net/>)⁷

O grau de esterificação das pectinas (DE - *degree of esterification*) está compreendido entre 0 a 100%. De acordo com este grau, as pectinas podem ser classificadas como pectinas com baixo teor em metilo – pectinas de baixa metilação (LM de *low methoxyl*) e pectinas com elevado teor de metilo – pectinas de alta metilação (HM de *high methoxyl*). São consideradas pectinas LM se o DE das pectinas for inferior a 50%, caso contrário, são consideradas pectinas HM. Geralmente, as pectinas comerciais possuem, um grau de esterificação entre 55-75% para pectinas HM e 20-45% para pectinas LM (Chiché, 2011; Vaklavik e Christian, 2008).

Os dois tipos de pectina exibem propriedades e condições de gelificação diferentes, apesar de produzirem géis claros e transparentes e a viscosidade da solução ser baixa (Vaklavik e Christian, 2008).

As pectinas com elevado teor em grupos metilo possui uma proporção elevada dos grupos carboxílicos esterificados, por conseguinte, não estão disponíveis para formar ligações cruzadas com iões bivalentes, como o cálcio. Assim, estas pectinas não gelificam. No entanto, a sua gelificação é possível com a adição de açúcares ou ácidos. São estas pectinas que são habitualmente utilizadas para formar geleias ou compotas. Quanto às suas propriedades, elas são termoirreversíveis e solúveis em água. A sua dispersão é feita em água fria, podendo ser melhorada juntando açúcar. A dissolução completa pode ser obtida tanto em água fria como quente, porém, a quantidade de açúcar não deverá ser superior a 25%. As concentrações típicas são 0.15-3.1% (p/v). Requer elevado teor em açúcares e pH inferior a 3.5 para gelificar. Dependendo do pH e do grau de esterificação, a sua temperatura de solidificação ronda os 40 a 85°C (Lersch, 2008; Vaklavik e Christian, 2008).

Por outro lado, as pectinas com baixo teor em grupos metilo contêm principalmente grupos carboxílicos livres, verificando-se que apenas 20-40% são esterificados. Assim, a maior parte deles estão disponíveis para formar ligações cruzadas com iões bivalentes, tais como o cálcio e consequentemente gelificar. A gelificação destas pectinas é muito dependente da interação entre a pectina e os iões cálcio. Como tal, a disponibilidade de iões cálcio é muito importante, sendo esta

disponibilidade governada por sequestrantes que estão presentes naturalmente (como citratos e outros iões de ácidos orgânicos presentes em frutas e leite) ou são adicionados (May, 2000; Vakilavik e Christian, 2008).

Quanto às propriedades do gel, as pectinas LM são termorreversíveis. A sua dispersão é feita em água fria, sendo que a sua dissolução pode ser feita tanto em água fria como quente. A sua gama de pH é de 2.5 a 5.5. Requer iões cálcio para gelificar, sendo que gelifica em presença de leite. Elevado teor em açúcares e baixo pH inibem a gelificação da pectina (Lersch, 2008).

A pectina é identificada pelo código europeu E440. Deriva de cascas de citrinos e bagaço ou polpa de maçã. Dentro dos tipos de citrinos comercialmente processados, a casca do limão ou a lima é a escolhida para a maioria das qualidades de pectina, apesar da casca de laranja estar disponível em maiores quantidades e também poder ser usada em muitas aplicações (Lersch, 2008; May, 2000).

2.4.2.4. Celulose e derivados

A celulose é um polissacárido de glucose e é o principal material estrutural das plantas. É considerado como a substância orgânica mais abundante existente na Terra (a madeira é, na sua maioria, composta de celulose e o algodão é quase celulose pura (91%)). Outras fontes naturais de celulose são o linho, o cânhamo e a juta. A celulose não tem sabor, é inodora, é quiral e é biodegradável. Pode ser dividida quimicamente nas suas unidades de glucose por tratamento com ácidos concentrados a uma temperatura elevada (Wandrey, 2010).

Em termos de estrutura, a celulose é um homopolímero linear constituído por unidades de anidro- β -D-glucopirranose, que estão ligadas entre si por ligações glicosídicas β -(1 \rightarrow 4). Enquanto na molécula do amido todos os grupos $-\text{CH}_2\text{OH}$ estão orientados ao longo do mesmo lado do plano molecular, na celulose esses mesmos grupos estão orientados alternadamente para cima e para baixo do plano, produzindo assim cadeias lineares longas. Devido à ausência de cadeias laterais, as moléculas de celulose podem arranjar-se de modo a formar estruturas rígidas, apresentando-se assim, com uma estrutura mais cristalina que o amido (Figura 5) (Wandrey, 2010).

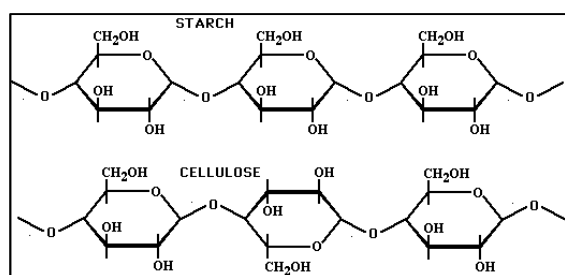


Figura 5. Estruturas moleculares do amido e da celulose (Adaptado de: <http://staff.jccc.net/pdecell/biochemistry/carbohydr.html>)⁸

As ligações glicosídicas formam fibras insolúveis que impedem a solubilidade em água e em outros solventes, como solventes orgânicos, ácidos e álcoois, como tal, nem a celulose nem os seus derivados são digeríveis (Wandrey, 2010).

Cada unidade de glucose da molécula de celulose tem três grupos hidroxilo disponíveis para derivatização. Assim, se todos estes grupos hidroxilo forem substituídos, o produto é considerado como tendo um grau de substituição (DS – *degree of substitution*) de 3. Se apenas dois desses grupos forem substituídos, o DS será 2. Os três grupos hidroxilo da celulose podem reagir, parcial ou completamente, com vários reagentes e produzir derivados, mais concretamente, éteres de celulose, que tenham aplicações em alimentos. A matéria-prima utilizada para a modificação é a polpa de celulose obtida da polpa de madeira ou de fios de algodão. As soluções aquosas dos derivados são inodoras e incolores (Coffey *et al.*, 2006; Wandrey, 2010).

Os éteres derivados de celulose incluem, entre muitos, a metilcelulose (MC), a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e a carboximetilcelulose (CMC), identificados com os códigos europeus E461, E464 e E466, respetivamente. A MC (Figura 6) e a HPMC (Figura 7) são não iónicos, ao contrário da CMC (Figura 8) que é aniónica (Coffey *et al.*, 2006).

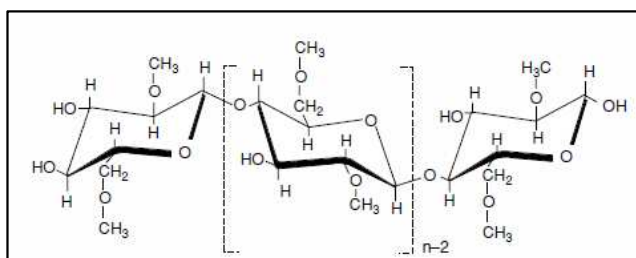


Figura 6. Estrutura da Metilcelulose com um DS de 2.0 (adaptado de Coffey *et al.*, 2006)

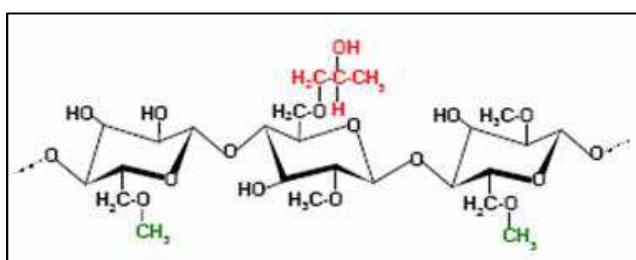


Figura 7. Estrutura da HPMC (adaptado de: <http://www.joinwaypharm.com/HPMC-1.html>)⁹

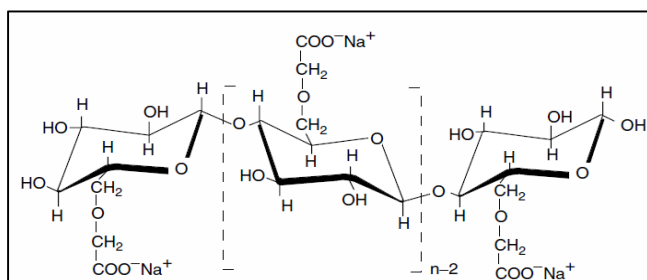


Figura 8. Estrutura da Carboximetilcelulose com um DS de 1.0 (adaptado de Coffey *et al.*, 2006)

Para a formação de MC, a celulose é tratada com hidróxido de sódio seguido de cloreto de metilo; para se obter a HPMC, óxido de propileno é adicionado à mistura de reação. O grau de substituição e a substituição molar (MS – *molar substitution*) afetam as propriedades físicas e químicas destes dois derivados. Tais propriedades incluem a retenção de água, sensibilidade electrolítica, temperatura de dissolução, características de gelificação e solubilidade em sistemas não aquosos. Passo a passo com estas propriedades, existem outras características que despertam um grande interesse por parte das indústrias, como a formação de espumas e estabilidade de emulsões. Embora a sua principal aplicação em emulsões alimentares seja como estabilizador ou agente espessante, tanto a MC como a HPMC demonstraram atividade superficial significativa (Arbolea, 2005; Cho, 1999).

Ambas possuem a propriedade única de gelificação térmica reversível. Em solução, ambas são completamente hidratadas e há pouca interação polímero-polímero para além do entrelaçamento simples. À medida que a temperatura aumenta, a água de hidratação diminui provocando uma queda inicial na viscosidade. Quando se atinge a temperatura crítica, ocorre desidratação suficiente para promover interações polímero-polímero ao invés de polímero-solvente. Como consequência, verifica-se a gelificação destas substâncias. Durante o arrefecimento, o processo de gelificação é completamente invertido e o gel formado recupera a sua consistência inicial (Sanz *et al.*, 2005).

Quando aquecida, a MC forma um gel suave termorreversível e quando arrefecido, ajuda a formar e a estabilizar espumas. Tanto a dispersão como a hidratação da MC ocorre em água fria, sendo que é preferível deixar durante uma noite inteira para que a hidratação seja completa. A sua gama de valores de pH é ampla (2-13), como tal tolera bem ácidos e bases. A temperatura de solidificação é elevada na presença de álcool e reduzida na presença de sais. As concentrações típicas são 1-2% (p/v) para formação de géis, apesar da sua gama de concentrações ser maior 0.26-3.4% (p/v) (Lersch, 2008).

O aquecimento deste hidrocolóide ocorre entre 50-60°C, permitindo a sua gelificação. À medida que vai arrefecendo, a mistura vai-se liquefazendo. A viscosidade da solução é elevada quando quente e baixa quando fria. Uma vez que a metilcelulose gelifica quando aquecida, ela é frequentemente utilizada em produtos que tendem a desmoronar-se quando aquecidos. Uma aplicação mais concreta é a formação de gelados quentes que derretem à medida que vão arrefecendo (Lersch, 2008).

O gel de metilcelulose torna-se fluído sob aquecimento e a solução que se forma recupera a sua viscosidade inicial. Este processo pode ser repetido continuamente, sem perda das suas propriedades (Figura 9).

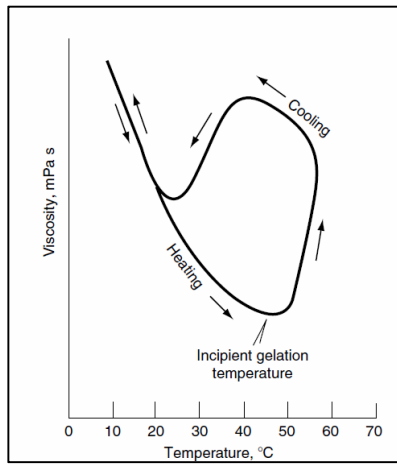


Figura 9. Efeito da temperatura na viscosidade da metilcelulose (gelificação numa solução aquosa a X2%) (Adaptado de Coffey *et al.*, 2006)

A metilcelulose é utilizada em molhos, sopas, pães, tortilhas, frituras, reestruturação da matriz de alimentos, alimentos com gordura reduzida, espumas entre outros (Coffey *et al.*, 2006).

A HPMC é muito semelhante à MC, sendo comercializada em forma de pó branco a ligeiramente esbranquiçado, inodoro e insípido. É solúvel em solventes mais polares. O seu intervalo de gelificação depende da razão hidroxipropil-metil, como tal, pode ir desde dos 50 aos 90°C. Também é utilizado na indústria alimentar como estabilizante de emulsões e espumas, agente de suspensão, espessante, entre outros. Transfere pouco ou nenhum sabor ao alimento (Burdock, 2007; Wandrey, 2010).

Ambos os géis são reversíveis por arrefecimento, embora apresentem uma histerese pronunciada entre o aquecimento e o arrefecimento.

A CMC é um polímero linear e aniónico solúvel tanto em água fria como quente, que pode existir quer como o ácido livre ou como o seu sal de sódio ou em ambas as formas. O sal de sódio é o mais comum para uso alimentar, dado que a forma de ácido livre é insolúvel em água. É produzido por reação da celulose com ácido cloroacético. A CMC dissolve-se rapidamente em água fria, originando soluções límpidas e incolores. Ao contrário da MC, durante o aquecimento, a viscosidade da solução decresce (Wandrey, 2010).

Os comportamentos das soluções de MC e HPMC, não iónicos, são significativamente diferentes das soluções de CMC, iónicos. O efeito do pH é particularmente reduzido, e a reologia dependente da temperatura é muito mais complexa. Quando dissolvido em água, a MC e a HPMC dão soluções claras, leves e fluídas que apresentam comportamento reofluídificante e não tixotrópicas. O comportamento reofluídificante da família das metilcelulose (MC's) é uma função do peso molecular, com as MC's de peso molecular mais elevado exibindo maior comportamento (Coffey *et al.*, 2006).

2.5. Análise Sensorial

A análise sensorial compreende um conjunto de técnicas para uma medição precisa de respostas humanas aos alimentos, minimizando os efeitos de identidade de marca e outras informações que possam influenciar a percepção do consumidor (Lawless e Heymann, 2010).

Segundo Stone e Sidel (1993), a análise sensorial é definida como um método científico usado para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais, à medida que são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. É uma ciência quantitativa, onde se obtém dados numéricos que estabelecem relações específicas entre as características dos produtos e a percepção humana (Lawless e Heymann, 2010; Stone e Sidel, 1993).

A análise sensorial é muito utilizada para avaliar as características de produtos celulares desidratados como *snacks*, cereais e batatas fritas (Melo, 2011).

Existem três tipos de testes sensoriais mais comunmente usados, cada um com diferentes objetivos e participantes selecionados através de critérios distintos: testes discriminatórios, testes descritivos e testes afetivos (Lawless e Heymann, 2010).

Os testes discriminatórios são dos testes sensoriais mais simples que existem em que apenas se tenta responder se existe alguma diferença perceptível entre produtos. Estes testes contemplam a comparação pareada, em que se apresentam duas amostras e a questão é se existem diferenças entre elas; a prova duo-trio, onde se apresentam três amostras sendo uma de referência e pergunta-se qual das outras duas é igual à primeira e a prova triangular, em que são apresentadas três amostras, das quais se tem de escolher a mais diferente (Lawless e Heymann, 2010; Melo, 2011).

Os testes descritivos são testes que quantificam as intensidades percebidas das características sensoriais de um produto. O painel para este tipo de testes deve ser composto por provadores treinados, de ambos os sexos, com idades, profissões e níveis de vida diferentes. Dentro desta categoria inserem-se as provas de ordenação que consiste em ordenar segundo a intensidade crescente ou decrescente um determinado atributo de uma amostra; as provas escalares em que determinado atributo é definido numa escala; e as provas de perfil onde, utilizando gráficos e escalas múltiplas, pretende-se caracterizar determinados fatores de qualidade de um produto, como o sabor, a textura e análise quantitativa descritiva (Lawless, 2010; Melo, 2011).

Por últimos, os testes afetivos ou testes hedónicos são os que quantificam o grau de agrado ou desagrado de um determinado produto, consoante a opinião do consumidor. Geralmente é usada uma

escala de nove pontos (Tabela 7) para cada atributo do produto que é preenchido pelo consumidor seguindo os seus instintos visuais, olfativos e gustativos (Lawless e Heymann, 2010).

Tabela 7. Escala hedónica de nove pontos utilizada nos testes afetivos (Fonte: Lawless e Heymann, 2010)

9	Extremamente agradável
8	Muito agradável
7	Ligeiramente agradável
6	Pouco agradável
5	Nem muito nem pouco agradável
4	Pouco desagradável
3	Ligeiramente desagradável
2	Muito desagradável
1	Extremamente desagradável

Nos testes hedónicos, existem as provas de aceitação que avaliam o gosto do consumidor em relação a um determinado produto e as provas de preferência que avaliam o gosto do consumidor entre dois produtos diferentes. (Melo, 2011).

2.6. Embalagem alimentar

A embalagem dos alimentos é uma etapa fundamental durante o desenvolvimento de produtos. Tem-se verificado uma evolução ao longo dos anos tanto em materiais como em sistemas de embalagem, o que tem revelado uma substancial redução de custos de embalagem e proporcionado o desenvolvimento de novos alimentos como os minimamente processados (Tung e Britt, 1995; Fellows, 2000).

A embalagem pode ser definida em termos funcionais como um meio de conseguir a entrega segura dos produtos em boas condições para o consumidor final ou em termos comerciais como uma função tecno-económica de modo a otimizar os custos de entrega de mercadorias, enquanto se maximiza as vendas e os lucros (Fellows, 2000).

As principais funções desempenhadas pela embalagem são: a conservação, a proteção, a comunicação e a conveniência. A conservação permite conservar o conteúdo bem como preservar a sua qualidade e mantê-lo em segurança desde do seu embalamento até à utilização; a proteção está relacionada com os riscos mecânicos e ambientais que possam pôr em causa a distribuição e utilização do produto; a comunicação tem como objetivo principal a identificação do produto e venda do mesmo, sendo que algumas embalagens até informam o consumidor sobre o método de abertura ou consumo do produto e, por último, a conveniência, na medida em que o produto deve ser conveniente e adequado à sua utilização. Exemplo de aspetos que integram esta função é a abertura fácil, possibilidade de fecho

entre utilizações, possibilidade de aquecimento, uso de micro-ondas, possível combinação com outros ingredientes, entre outros (Fellows, 2000; [10]).

Quanto à embalagem em si, este deve ser esteticamente agradável, com tamanhos e formas razoáveis, mantendo o alimento seguro, sem permitir fugas e ser adequada para permitir uma fácil eliminação, reciclagem ou reuso. O seu *design* deve cumprir todas as exigências legais relativas à rotulagem dos alimentos (Fellows, 2000).

Independentemente do tipo de *snack*, a maior parte deles tem um baixo teor em humidade e um elevado teor em gordura, o que os torna altamente suscetíveis à humidade, ao oxigénio e a alterações de sabor. No caso dos *snacks* fritos, a presença de gordura torna-se no fator chave para a sua deterioração, uma vez que a gordura é distribuída por grandes superfícies e exposta ao oxigénio atmosférico. Para além do mais, os ácidos gordos insaturados tendem a rancificar em presença do ar (ICPE, 2005).

Habitualmente, as embalagens de *snacks* devem ser impermeáveis não só para reduzir o ranço provocado dada a composição do alimento como para evitar manchas que possam advir no pacote devido à presença de gordura. Outra propriedade importante é a textura crocante do *snack* que está diretamente relacionada com o teor de humidade do produto. Qualquer aumento de humidade pode levar à perda da frescura e da textura crocante do produto, como tal, baixa permeabilidade ao vapor de água é também um requisito a ter em conta (ICPE, 2005).

Nos mercados europeus e americanos, os tipos de embalagens mais utilizados para os *snacks* são os de plástico, nomeadamente, materiais de polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno de alta densidade (HDPE), polipropileno orientado (OPP), filmes laminados e filmes coextrudidos (Fellows, 2000).

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1. Matérias-primas

Os ingredientes utilizados no desenvolvimento do produto pretendido foram:

Hidrocolóide

Foi utilizado um hidrocolóide da marca SOSA, Espanha.

Água

Inicialmente foi utilizada água desmineralizada, sendo mais tarde substituída por água da torneira por não apresentar diferenças quando em contacto com o hidrocolóide.

Iogurtes

Testaram-se diferentes tipos de iogurte a fim de ver qual o que conferia melhor sabor e textura aos *snacks*: iogurte líquido natural açucarado, iogurte sólido natural, iogurte sólido grego natural e iogurte sólido natural filtrado com recurso a uma gaze e a um coador. Após os ensaios preliminares, todos os ensaios foram feitos com iogurte sólido natural. Foram utilizados iogurtes da marca Continente.

Fontes de açúcar

Para conferir um sabor doce e agradável aos *snacks*, recorreu-se ao uso de açúcar granulado branco da marca Continente e de frutose da marca *HomeChef*, Espanha.

Frutas

As frutas utilizadas foram banana, morangos frescos, morangos congelados, pera e maçã reineta. As frutas frescas foram adquiridas nas lojas Continente e os morangos congelados nas lojas Makro.

Ingredientes adicionais

Outros ingredientes adicionais utilizados foram o leite meio-gordo (É), pêssego em calda (Continente), chocolate em pó (Pantagruel), tablete de chocolate negro (Lidl), mel (Continente), doce de cereja (Continente), polpa de manga (Continente), creme para barrar de cacau e avelãs (É), cacau magro em pó (É) e farinha de alfarroba com ligeiro sabor a cacau (loja Celeiro).

3.2. Equipamentos e Material

Os equipamentos utilizados no decorrer deste projeto foram:

- Varinha mágica – marca Electric Co, com potência de 450 Watts;
- Bimby – marca Vorwerk, modelo TM31 com potência máxima de 1500 Watts;
- Folhas antiaderentes para fornos – adquiridas *on-line*;
- Desidratador de alimentos – Excalibur Food Dehydrator, Paraflexx, USA, modelo 3900, com 9 tabuleiros de 38X38cm totalizando quase 1,5m² de área de secagem, com motor de 600 Watts;
- Pastilhas anti humidade de sílica – marca *Ingenios*, produzido pela Solegraells;
- Máquina de embalar – modelo ECO-VAC-40;
- Embalagens de polietileno e complexos laminados com duas camadas de polietileno e uma camada interna de alumínio.

3.3. Métodos

A elaboração dos *snacks*, baseou-se, como ponto de partida, numa receita já desenvolvida pela *CookLab*. Ao longo do percurso experimental, fizeram-se alterações tanto a nível de ingredientes como a nível de métodos, obtendo-se no final 4 métodos diferentes.

3.3.1. Método-base (método 1)

O hidrocolóide foi dissolvido em água. Após homogeneização, colocou-se a solução no frigorífico durante tempo conveniente para hidratação. De seguida, ao iogurte foi adicionado açúcar e o ingrediente específico, juntou-se ao hidrocolóide hidratado e homogeneizou-se durante uns minutos na Bimby. Continuou-se a homogeneizar durante mais alguns minutos a uma determinada velocidade, aumentou-se a temperatura e voltou-se a agitar mais X minutos, à mesma velocidade (Figura 10).

Espalharam-se pequenas porções da mistura final numa folha de silicone antiaderente (Figura 11) e colocou-se num desidratador de alimentos (Figura 12) até estarem desidratados. Após estarem totalmente desidratados e secos (Figura 13), os *snacks* foram colocados em caixas hermeticamente fechadas juntamente com pastilhas de sílica para evitar que ganhassem humidade (Figura 14).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL



Figura 10. Conteúdo da bimby após agitar os ingredientes com a borboleta



Figura 11. Colocação de pequenas porções na folha antiaderente



Figura 12. Desidratador de alimentos usado para desidratar os snacks



Figura 13. Aspeto dos snacks depois de estarem totalmente desidratados



Figura 14. Aspeto dos snacks nas caixas de plástico

3.3.2. Estudo da influência das condições de batadura

Com vista a otimizar as condições de batadura testaram-se quatro métodos diferentes (Tabela 8).

Tabela 8. Diferenças entre os 4 métodos experimentais utilizados

	Hidratação	Agitação na bimby	Borboleta (t amb.)	Borboleta (a 50°C)
Método 1	A (h)	X min.	Z min.	Z min.
Método 2	A (h)	Y min.	-	-
Método 3	A (h)	X min.	Y min.	-
Método 4	A (h)	X min.	Z min.	-

3.3.3. Estudo do efeito da adição de diferentes ingredientes

Com vista a observar o efeito de vários ingredientes com os quatro métodos, efetuaram-se os seguintes ensaios:

- I. Ensaio preliminares – para apurar qual o tipo de iogurte e proporção água-iogurte mais adequado para os snacks;
- II. Ensaio com adição de diferentes sabores e edulcorantes.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para ambos os ensaios foi utilizado hidrocolóide a X4% e a quantidade total da mistura líquida foi sempre de 200mL.

Os ensaios preliminares realizados com o método-base foram os seguintes:

- I. *Snacks* de iogurte líquido natural açucarado com 2,6g de açúcar adicionado ao hidrocolóide hidratado nas proporções volume de água – volume de iogurte 50-50, 60-40 e 75-25 para um volume final de 200mL;
- II. *Snacks* de iogurte sólido natural com 10g de açúcar adicionado ao hidrocolóide hidratado nas proporções volume de água – volume de iogurte 50-50, 60-40, 75-25, 40-60 e 25-75 para um volume final de 200mL.

Após conhecer os resultados, os *snacks* de iogurte natural, na proporção volume de água – volume de iogurte 50-50, foram os únicos a serem testados também com os métodos 2, 3 e 4.

Os ensaios com adição de diferentes sabores e edulcorantes estão indicados na Tabela 9, estando o hidrocolóide dissolvida no leite, no néctar ou na água. À exceção dos ensaios com iogurte grego natural (GRE) e iogurte sólido natural filtrado (NF), os restantes ensaios foram sempre realizados com iogurte sólido natural.

Tabela 9. Lista dos ensaios com adição de ingredientes efetuados

Ensaio	Leite-Iog (mL)	Ingrediente adicionado	Açúcar adicionado (g)	Método utilizados
LE1	100-100	-	10 (sacarose)	1
Ensaio	Água-Iog (mL)	Ingrediente adicionado	Açúcar adicionado (g)	Métodos utilizados
GRE1	100-100	-	10 (sacarose)	1
GRE2	120-80	-	10 (sacarose)	1
GRE3	150-50	-	10 (sacarose)	1
GRE4	50-100	50mL banana	10 (sacarose)	1
NF1	120-80	-	10 (sacarose)	1
NF2	150-50	-	10 (sacarose)	1
MO1	65-100	35mL morangos frescos	10 (sacarose)	1
MO2	50-100	50mL morangos frescos	10 (sacarose)	1
MO3	100-50	50mL morangos frescos	10 (sacarose)	1
MO4	50-100	50mL morangos frescos	15 (sacarose)	1
MO5	50-100	50mL morangos cong.	15 (sacarose)	1
MO6	50-100	50mL morangos cong.	15 (frutose)	1,2,3,4
BA1	65-100	35mL banana	10 (sacarose)	1
BA2	50-100	50mL banana	10 (sacarose)	1
BA3	100-50	50mL banana	10 (sacarose)	1

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

BA4	50-100	50mL banana	10 (frutose)	1,2,3,4
PE1	100-50	50mL pera cozida	10 (sacarose)	1
PE2	100-50	50mL pera crua	10 (sacarose)	1
MEL	100-100	10g de mel	-	1
PC1	50-100	50mL pêssego em calda	7 Colheres de calda	1
PC2	50-100	50mL pêssego em calda	10 (sacarose)	1
CHOP1	100-100	20g chocolate em pó	5 (sacarose)	2
CHOP2	100-100	20g chocolate negro	5 (sacarose)	1
MR	50-100	50mL maçã reineta cozida	10 (sacarose)	1
DC	50-100	50mL doce de cereja	-	1
G1	100-100	-	10 (glucose)	1
F1	100-100	-	10 (frutose)	1
F2	100-100	-	5 (frutose)	1
D1	100-100	-	10 (dextrose)	1
D2	100-100	-	15 (dextrose)	1
NPE1	100-0	100mL néctar pera	-	1
NPE2	0-100	100mL néctar pera	-	1
NPE3	50-100	50ml néctar pera	-	1
MA1	50-100	50mL polpa de manga	-	1,2,3,4
MA2	60-100	40mL polpa de manga	-	1
CB	80-100	20mL creme de barrar	-	1
CMP1	100-100	20g de cacau magro pó	10 (sacarose)	2
CMP2	100-100	15g de cacau magro pó	10 (sacarose)	3
FA1	100-100	15g de farinha de alfarroba + 5g cacau	-	4
FA2	100-100	15g de farinha de alfarroba	5 (sacarose)	4

3.3.4. Preparação dos *snacks* para o ensaio de conservação

Com vista à realização dos ensaios de conservação prepararam-se *snacks* em larga escala com as formulações finais indicadas na Tabela 10. Neste caso, e uma vez que foi necessário preparar uma maior quantidade de *snacks*, o volume final utilizado foi de 400mL, tendo sido duplicadas as quantidades mencionadas na Tabela 9.

Tabela 10. Formulações finais para os ensaios de conservação

<i>Snack</i>	Ensaio	[Hidrocolóide %]
Iogurte natural	-	X4
Iogurte natural e farinha de alfarroba	FA2	X2
Iogurte natural e polpa de manga	MA1	X2
Iogurte natural e banana	BA4	X2
Iogurte natural e morangos congelados	MO6	X3

3.4. Estudo do efeito da embalagem na capacidade de conservação dos *snacks*

Após o desenvolvimento de 5 formulações de *snacks* diferentes, determinou-se a atividade da água no aparelho *Rotronik – Hygroskop DT*, para inferir sobre o respetivo poder de conservação bem como o tempo de prateleira. Foram testados dois tipos de embalagem, produzidas numa termo soldadura. Foram efetuados triplicados por tipo de embalagem e tipo de *snack*, num total de trinta embalagens. Os materiais de embalagem utilizados foram para as embalagens transparentes polietileno (Figura 15) e para as embalagens com barreira à luz complexos laminados de polietileno com camada interna de alumínio (Figura 16). As embalagens foram cortadas e termo-soldadas de forma a obter sacos com dimensões aproximadas de 16 cm por 11 cm. Foram colocados cinco *snacks* por embalagem (Figura 17 e 18).



Figura 15. Embalagens transparentes (polietileno de alta densidade)



Figura 16. Complexos laminados com duas camadas de polietileno e uma camada interna de alumínio



Figura 17. Aspeto das embalagens transparentes contendo os *snacks*



Figura 18. Aspeto dos complexos laminados contendo os *snacks*

As embalagens foram mantidas à temperatura ambiente e analisadas passado uma semana, um mês e meio e dois meses.

3.5. Análise sensorial para caracterização descritiva dos *snacks* e avaliação das preferências do consumidor

Foram realizados dois tipos de provas sensoriais: uma análise descritiva e uma análise hedónica, cujas fichas de prova se encontram em anexo (Anexo 1 e 2). A análise descritiva foi realizada com provadores treinados, de ambos os sexos, com idades entre os 25 e os 54 anos, num total de 10 pessoas. A análise hedónica teve como alvo o consumidor, sendo feita por crianças, adolescentes, adultos e reformados. Foram feitas para um total de 25 pessoas.

Na análise descritiva, avaliaram-se diferentes atributos (cor, gosto e textura) numa escala de 1 (pouco) a 6 (intenso). Na análise hedónica, avaliaram-se vários parâmetros, utilizando escalas de 1 (extremamente desagradável) a 8 (extremamente agradável) no aspeto geral, no aroma, gosto, textura e apreciação global; escalas de 1 (muito mais claro que o ideal) a 5 (muito mais escuro que o ideal) na cor; escalas de 1 (muito mais que o ideal) a 5 (muito menos que o ideal) na quantidade de matéria adicionada e por último, escalas de 1 (de certeza que não compraria) a 5 (de certeza que compraria) na intenção de compra. Também foi pedido que indicassem a sua preferência quanto à espessura e ao tamanho do *snack*, bem como o número de unidades por embalagem sugerido e sugestão de outros sabores.

Estas provas tiveram como objetivo avaliar a reação do consumidor a este produto inovador. As provas descritivas foram efetuadas na *CookLab*.

3.6. Análise estatística

Os resultados da análise sensorial foram tratados pelos *softwares Microsoft Office Excel 2010* e *Statística* versão 6.0.

Com o programa *Statistica*, efetuou-se uma Análise Multivariada de dados, que se refere a qualquer análise simultânea efetuada com mais do que duas variáveis, podendo estas ser dependentes ou independentes. Permite realizar uma única análise, utilizando variadas técnicas em vez de uma série de análises univariadas ou bivariadas (Hair *et al*, 2010).

Entre as técnicas da Análise Multivariada encontram-se a Análise em Componentes Principais e a Análise de Clusters que foram aplicados aos resultados de cada amostra, tanto nas fichas sensoriais descritivas como nas hedónicas.

A Análise em Componentes Principais (ACP) é uma técnica que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais num outro conjunto de variáveis designados por componentes principais, em que cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, com o objetivo de reduzir o espaço ocupado pelas variáveis originais e com a menor perda possível de informação. Os dados são apresentados graficamente em eixos não correlacionados (componentes principais) que são uma combinação linear das variáveis originais. As primeiras componentes contêm as maiores correlações com todas as variáveis e explicam as proporções mais elevadas da variação global (Melo, 2011; Varela, 2008).

A análise de Clusters permite a classificação das variáveis por observação das semelhanças e diferenças entre elas. Essa informação conhecida é organizada em grupos relativamente homogêneos (*Clusters*). O método utilizado é o seguinte: dado um conjunto de n indivíduos para os quais existe informação sobre a forma de p variáveis, o método agrupa os indivíduos em função da informação existente, de modo que os indivíduos de um grupo sejam tão semelhantes quanto possível e sempre mais semelhantes aos elementos do mesmo grupo do que a elementos dos restantes grupos [11].

Existem várias técnicas utilizadas nesta análise, sendo que neste projeto foi utilizado a classificação hierárquica em que as amostras foram agrupadas em função da sua distância Euclideana, utilizando o método de ligação simples (Melo, 2011).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Preparação dos *snacks* pelo método-base

Os ensaios preliminares tiveram como objetivo principal escolher o tipo de iogurte, a proporção água-iogurte e a quantidade de açúcar de modo a obter *snacks* que fossem saudáveis, com sabor agradável e textura crocante, bem como selecionar diferentes sabores para os *snacks*. As avaliações sensoriais preliminares utilizadas para selecionar estes parâmetros foram realizadas pela equipa da *CookLab*.

4.1.1. Ensaios Preliminares

Inicialmente fizeram-se ensaios com vários tipos de iogurte (iogurte sólido natural e líquido natural açucarado e iogurte grego), para além disso procurou-se testar a quantidade de açúcar a adicionar bem como a proporção água (líquido) – iogurte a utilizar. O volume final em todos os ensaios foi de 200mL, variando a quantidade de iogurte e/ou água usada para hidratar o hidrocolóide.

Numa primeira abordagem testaram-se o iogurte natural sólido e iogurte líquido natural açucarado, sem adição extra de açúcar e estabelecendo como ponto de partida uma formulação em que se usou X mL de iogurte que se juntou a X mL de hidrocolóide hidratado. Os resultados obtidos permitiram verificar que os *snacks* obtidos tinham textura crocante a partir e a trincar, mas que eram moles ao mastigar. A nível de sabor, os *snacks* elaborados a partir de iogurte sólido natural sem adição de açúcar apresentaram um sabor a iogurte mais forte, enquanto os *snacks* elaborados a partir de líquido natural açucarado apresentaram um sabor ligeiramente doce. Como tal, foi estabelecido que se iria adicionar sacarose (num total de x g tendo em conta a quantidade de açúcar já existente no iogurte) que contribuísse tanto para o sabor como para a textura crocante dos *snacks*.

Após estabelecer a quantidade de açúcar, e de forma a selecionar qual a proporção água (líquido) – iogurte a utilizar em formulações futuras, testaram-se três proporções de água (líquido) – iogurte diferentes para vários iogurtes (iogurte líquido natural açucarado, iogurte sólido e iogurte grego): 50-50 (100mL de (água+hidrocolóide) + 100mL de iogurte), 60-40 (120mL de (água+hidrocolóide) + 80mL de iogurte) e 75-25 (150mL de (água+hidrocolóide) + 50mL de iogurte).

A adição de uma maior quantidade de água face à quantidade de iogurte teve efeitos diferentes para diferentes tipos de iogurte.

Os *snacks* obtidos a partir de iogurte líquido natural açucarado (50-50), apresentaram cor branca, a sua textura era densa e firme, a superfície apresentava-se rugosa, eram crocantes ao trincar e mastigar, no

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

entanto aderiam um pouco aos dentes. Quanto ao sabor, este sobressaiu muito pouco, talvez pela pouca quantidade de açúcar adicionada (2,6g – para, juntamente com os 7,4g de sacarose já existentes no iogurte, perfazer 10g) ou pela facto do iogurte ser líquido e ter eventualmente diluído um pouco o sabor.

À medida que se aumentou a proporção de água, observou-se que os *snacks* obtidos apresentavam uma superfície cada vez mais lisa, eram cada vez menos crocantes e menos doces. O seu aspeto assemelhava-se mais a hóstias e ao mastigar, pareciam etéreos.

No caso dos *snacks* obtidos a partir de iogurte sólido natural, os *snacks* obtidos a partir de uma proporção água-iogurte de 50-50 apresentaram cor branca e a sua textura era mais crocante que os obtidos a partir da mesma proporção água-iogurte líquido, tanto a trincar como a mastigar, apresentando pouca ou quase nenhuma aderência aos dentes. O seu sabor era mais agradável que o do iogurte líquido. À medida que a proporção de água aumentou, perdeu-se a textura crocante bem como o sabor doce.

Quando se realizaram ensaios nas proporções 40-60 e 25-75, verificou-se que apesar de a textura tornar-se mais crocante e os *snacks* adquirirem aspeto de batata-frita, o sabor doce não era muito realçado em detrimento da acidez do iogurte que se sobressaia mais.

Em relação ao iogurte grego, a proporção 50-50, resultou em *snacks* de textura densa, não muito crocante com um sabor de leite/nata mais intenso. O aumento da proporção de água para 60-40, permitiu obter *snacks* mais crocantes que 50-50 mas muito mais densos e difíceis de mastigar e partir, e a proporção de 75-25 resultou em *snacks* pouco crocantes e sem sabor. Assim, não se observou vantagem adicional a utilização do iogurte grego, que para além disso é uma matéria-prima mais cara e sem vantagens nutricionais significativas dado o seu maior teor em gordura.

Para além de se testarem diferentes proporções água-iogurte, testaram-se também outras formulações em que se substituiu a água por leite ou pelo líquido filtrado a partir do iogurte natural sólido.

A substituição de água por leite meio-gordo permitiu obter *snacks* com cor branca, crocantes e aspeto baço, que foi amarelecendo com o passar do tempo. Apesar de ter textura crocante, o sabor não foi considerado muito agradável uma vez que o sabor do leite se sobrepôs ao de iogurte.

Por outro lado, a substituição da água pelo iogurte sólido natural filtrado (componente líquida) nas proporções de 60-40 e 75-25, não resultou numa melhoria de sabor dos *snacks*. A proporção 60-40 permitiu obter *snacks* com textura densa e pouco crocante, difíceis de partir, e em que o sabor ácido do iogurte se realçou. Na proporção de 75-25, os *snacks* partiam-se bem com a mão mas não apresentaram uma textura crocante nem sabor muito agradável, aderindo aos dentes e ao céu da boca o que os tornava desagradáveis.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Após estes ensaios preliminares, concluiu-se que os *snacks* obtidos a partir de iogurte sólido natural eram mais densos, com textura mais crocante e com sabor mais doce, sendo o eleito como base para os ensaios posteriores. Para além disso, a proporção 50-50 foi considerada a mais adequada, uma vez que foi aquela que permitiu obter melhores resultados em termos de textura e sabor.

4.1.2. Estudo do efeito da adição de diferentes ingredientes

4.1.2.1. Efeito da adição de matérias-primas com diferentes sabores

Com o objetivo de testar diferentes sabores para os *snacks*, realizaram-se ensaios preliminares em que se utilizaram outras formulações variando o sabor pela adição de polpas de frutas em diferentes formas (morango, banana, manga, pera, maçã, pêsego), chocolate ou outros. Em todos os casos o volume final foi 200mL variando o volume de polpa, iogurte e hidrocolóide hidratado.

No caso da adição de polpa de morango, testou-se a adição de polpa obtida de morangos frescos e de morangos congelados, com várias proporções de polpa/água e duas concentrações de açúcar. Os resultados da avaliação preliminar das características efetuadas encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Ensaios realizados com adição de polpa de morango.

Formulação MO1: 35mL de polpa de morangos frescos + 10g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 65mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa por fora e branco no seu interior. Textura densa como uma bolacha, sendo crocante ao trincar mas pouco a mastigar. Sabor ligeiramente doce, com sabor a morango pouco intenso.
Formulação MO2: 50mL de polpa de morangos frescos + 10g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa forte e branco no interior. Textura densa mas pouco crocante tanto no trincar como no mastigar. Sabor não muito doce mas com mais sabor do morango.
Formulação MO3: 50mL de polpa de morangos frescos + 10g de sacarose (adicionados a 50mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa com uma textura ligeira, partindo-se facilmente. Sabor do morango mais pronunciado.
Formulação MO4: 50mL de polpa de morangos frescos + 15g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa forte. Textura muito crocante tanto no trincar como no mastigar. Sabor forte a morango sentindo-se o doce.
Formulação MO5: 50mL de polpa de morangos congelados + 15g sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa escuro. Textura menos crocante que a dos <i>snacks</i> de morangos frescos mas com mais sabor a fruta.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Com base nesta avaliação foi então escolhida a formulação em que se utilizou polpa de morangos congelada (MO5). Esta escolha teve ainda em conta a maior disponibilidade e maior homogeneidade da polpa congelada face à polpa obtida de morangos frescos o que permite resultados mais consistentes e homogêneos e resolve o problema da sazonalidade do fruto.

No caso da adição de polpa de banana, testou-se apenas a adição de polpa obtida de bananas frescas, com várias proporções de polpa/água e uma concentração de açúcar. Os resultados da avaliação preliminar das características efetuadas encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Ensaios realizados com adição de polpa de banana.

Formulação BA1: 35mL de polpa de banana fresca+ 10g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 65mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor intermédia entre o amarelo e o castanho. Textura densa, sendo crocante ao trincar como a mastigar. Sabor doce e intenso a banana assada.
Formulação BA2: 50mL de polpa de banana fresca +10g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor intermédia entre o amarelo e o castanho. Textura crocante tanto ao trincar como a mastigar mas mais suave que BA1 e BA3. Sabor doce e intenso a banana assada.
Formulação BA3: 50mL de polpa de banana fresca + 10g de sacarose (adicionados a 50mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor intermédia entre o amarelo e o castanho. Textura menos densa que BA1 e BA2 mas crocante tanto ao trincar como ao mastigar. Sabor doce e intenso a banana assada.

Com base nesta avaliação foi escolhida a formulação em que se utilizou polpa de banana na proporção de 50mL de polpa e 50mL de água+hidrocolóide (BA2). Uma vez que no caso da banana não se encontra o fruto congelado nem polpa enlatada, a questão da homogeneidade da matéria-prima não pode ser contornada. Por outro lado, a banana é um fruto facilmente disponível no mercado ao longo de todo o ano não levantando a questão da sazonalidade da matéria-prima.

No caso da adição de polpa de manga dada a facilidade com que se encontra disponível a polpa de manga enlatada optou-se por testar apenas a adição de polpa de manga enlatada, com duas proporções de polpa/água. Dada a quantidade de açúcar já presente na polpa enlatada (15g/100g de produto) optou-se por não adicionar açúcar. Os resultados da avaliação preliminar das características efetuadas encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13. Ensaios realizados com adição de polpa de manga enlatada.

Formulação MA1: 40mL de polpa de manga enlatada (adicionados a 100mL de iogurte e 60mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo alaranjado. Textura densa, sendo crocante ao trincar como a mastigar. Sabor ácido e intenso a manga mas menos intenso que MA2.
Formulação MA2: 50mL de polpa de manga enlatada (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo alaranjado mais intensa que MA1. Textura ligeira, crocante tanto ao trincar como a mastigar. Sabor intenso mas com menor acidez que MA1.

Com base nesta avaliação foi escolhida a formulação em que se utilizou maior quantidade de polpa de manga, uma vez que esta permitiu obter um produto com características sensoriais mais apreciadas sem que o incremento da quantidade de polpa resulte num aumento significativo do custo.

No caso da adição de pera, testou-se polpa de pera natural, crua e cozida, com adição de uma concentração de açúcar. Para além disso dada a sazonalidade do produto, testou-se ainda o néctar de pera rocha, com diferentes proporções de polpa/água. Dada a quantidade de açúcar já presente no néctar (11g/100ml de produto) optou-se por não adicionar açúcar. Os resultados da avaliação preliminar das características efetuadas encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14. Ensaio realizados com adição de polpa de pera e néctar de pera rocha.

Formulação PE1: 50mL de polpa de pera fresca crua + 10g de sacarose (adicionados a 50mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca com pequenas pepitas amarelas da pera. Textura densa, firme e crocante. Sabor agradável mas pouco intenso a pera.
Formulação PE2: 50mL de polpa de pera fresca cozida + 10g de sacarose (adicionados a 50mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca. Textura pouco densa e firme ao partir mas pouco crocante ao mastigar. Sabor agradável embora menos que PE1 e pouco intenso a pera.
Formulação NPE1: 100mL néctar de pera (adicionados a 100mL hidrocolóide hidratado em água)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado, pouco espessos, assemelhando-se a hóstias. Textura pouco crocante, formando-se como que uma película quando se tentou partir o <i>snack</i> . Sabor muito pouco intenso.
Formulação NPE2: 100mL néctar de pera com o hidrocolóide hidratado (adicionados a 100mL de iogurte)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado. Textura mole e tendência para aderir aos dentes ao mastigar. Sabor mais intenso que NPE1.
Formulação NPE3: 50mL néctar de pera (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado. Textura densa e firme, crocante. Ausência de sabor a pera.

Com base nesta avaliação, muito embora a formulação com polpa de pera crua apresentasse algumas características interessantes estava dependente da disponibilidade da matéria-prima e o sabor não correspondeu às características desejadas pelo que se optou por abandonar as formulações com pera.

Para além das matérias-primas referidas anteriormente efetuaram-se ainda testes preliminares com formulações com outras polpas de frutas/doce como o pêssego, a maçã reineta e doce de cereja; com outras matérias-primas como o chocolate e o creme de barrar de cacau e avelãs. Dada a quantidade de

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

açúcar já presente no doce de cereja (22,5g/100g de produto), no chocolate em pó (74,4g/100g de produto) e no creme de barrar (55,7g/100g de produto), optou-se por adicionar muito pouco ou nenhum açúcar. Os resultados obtidos encontram-se resumidos na Tabela 15.

Tabela 15. Ensaios realizados com adição de outros ingredientes.

Formulação PC1: 50mL de polpa pêssago em calda + 7 colheres de sopa de calda (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo alaranjado. Textura ligeira, crocante, mas com tendência a esfarelar quando partidos, ou quando se trincam e mastigam. Sabor intenso agradável a pêssago em calda.
Formulação PC2: 50mL de polpa pêssago em calda + 10g sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo alaranjado. Textura ligeira, crocante, sem propensão para esfarelar tanto ao trincar como a mastigar. Aderem aos dentes. Sabor intenso agradável a pêssago em calda mas menos intenso que em PC1.
Formulação MR: 50mL de polpa de maçã reineta cozida com canela + 10g sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado. Textura ligeira pouco densa, mas pouco crocante tanto ao trincar como a mastigar. Aderem aos dentes. Sabor ligeiro a maçã e canela.
Formulação DC: 50mL de doce de cereja (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> com a cor característica do doce – roxo. Formato e espessura de batata-frita. Textura crocante. Aderem aos dentes. Sabor agradável.
Formulação CHOP1: 20g de chocolate em pó + 5g sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho-clara. Textura pouco densa mas crocante. Facilmente quebráveis mas amolecendo muito rapidamente uma vez na boca. Sabor agradável a chocolate.
Formulação CHOP2: 20g de chocolate negro em tablete + 5g sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho-escura. Textura densa e muito crocante. Facilmente quebráveis e permanecendo crocante por muito tempo uma vez na boca. Sabor agradável a chocolate.
Formulação CB: 20mL de creme de barrar de cacau e avelãs (adicionados a 100mL de iogurte e 80mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho-clara. Textura densa mas facilmente quebráveis, crocantes ao trincar e mastigar. Sabor agradável.
Formulação CMP1: 20g de cacau magro em pó + 5g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho-escuro, com boas características organoléticas mas com sabor amargo predominante.
Formulação CMP2: 15g de cacau magro em pó + 5g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho-escuro, com boas características organoléticas mas ainda com sabor amargo predominante.
Formulação FA1: 15g de farinha de alfarroba + 5g de cacau magro em pó (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor castanho mais escuro que CMP2 e com sabor amargo.
Formulação FA2: 15g de farinha de alfarroba + 5g de sacarose (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Snacks com cor castanho mais claro que FA1, com textura crocante e sabor agradável.

Com base nesta avaliação, muito embora algumas formulações apresentassem algumas características interessantes, selecionou-se a formulação com farinha de alfarroba (FA2) por ser aquela que apresentava uma melhor combinação de características organoléticas.

4.1.2.2. Efeito da adição de edulcorantes

Uma vez que o objetivo do trabalho é produzir *snacks* saudáveis, facilmente percebidos pelo consumidor, realizaram-se ainda testes preliminares com vários edulcorantes de forma a tentar reduzir a quantidade de açúcar da formulação. Estes testes foram realizados com a formulação base de 100mL iogurte e 100mL água+hidrocolóide. Os resultados obtidos encontram-se resumidos na Tabela 16.

Tabela 16. Ensaios realizados com adição de vários edulcorantes.

Formulação MEL: 10mL de mel (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado. <i>Snacks</i> fáceis de quebrar mas com textura pouco crocante tanto ao trincar como a mastigar. Aderem aos dentes. Ausência de sabor a mel.
Formulação BASE+G: 10g glucose em pó Sosa (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca, crocantes a partir e trincar mas pouco crocantes a mastigar. Textura mais densa que com sacarose. Pouco sabor doce.
Formulação BASE+D1: 10g de dextrose em pó Sosa (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca pouco crocantes e pouco saborosos.
Formulação BASE+D2: 15g de dextrose em pó Sosa (adicionados a 100mL de iogurte e 100mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca menos crocantes mas mais doces que a formulação BASE+D1 e com tendência a esfatarem-se.
Formulação BASE+F1: 5g de frutose em pó Sosa (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca e com textura mais densa que a formulação BASE+G, facilmente quebráveis. Textura crocante. Sabor intenso mas pouco doce. Aderência aos dentes.
Formulação BASE+F2: 10g de frutose em pó Sosa (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor branca e com textura mais densa que a formulação BASE+G, facilmente quebráveis. Textura crocante. Sabor intenso e doce.

Atendendo a estes resultados dos vários edulcorantes testados, a frutose revelou ser o melhor. Assim, realizam-se testes preliminares adicionais utilizando frutose e as formulações de 50mL de polpa de banana (adicionados a 100mL de iogurte natural sólido e 50mL de hidrocolóide hidratado) e 50mL de polpa de morango congelado (adicionados a 100mL de iogurte natural sólido e 50mL de hidrocolóide

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

hidratado), uma vez que esta componente não só ajudava no sabor como também na textura. Os resultados obtidos encontram-se resumidos na Tabela 17.

Tabela 17. Ensaios realizados com adição de frutose a polpas de fruta.

Formulação MO6: 50mL de polpa de morangos congelados + 15g de frutose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> cor-de-rosa forte. Fáceis de quebrar, com textura suave e crocante tanto ao trincar como a mastigar embora mais densa que a formulação MO5. Sabor doce agradável a morango.
Formulação BA4: 50mL de polpa de banana + 10g de frutose (adicionados a 100mL de iogurte e 50mL hidrocolóide hidratado)
<i>Snacks</i> de cor amarelo esbranquiçado. Textura mais densa que a formulação BA2, oferecendo maior resistência ao partir. Textura crocante tanto ao trincar como a mastigar e mais suave a mastigar que a formulação BA2. Sabor doce a banana assada.

Após efetuados os vários ensaios, verificou-se que uns resultaram melhor que outros. Como tal, elaborou-se a Tabela 18 que nos indica quais os que adquiriram ou estiveram próximos de adquirir a textura o e sabor desejados neste projeto (aprovados), quais os que não conseguiram obter os parâmetros desejados (não aprovados) e quais os que têm potencial para vir a serem melhorados no futuro (**subcapítulo 5.2**).

Tabela 18. Resultado final dos *snacks* testados

Ensaios	Resultados	Ensaios	Resultados
<i>Iogurtes</i>		<i>Outros</i>	
Sólido natural	Aprovado	Chocolate em pó	<u>Melhorado no futuro</u>
Líquido nat. açucarado	Não aprovado	Chocolate negro	Não aprovado
Grego natural	<u>Melhorado no futuro</u>	Doce de cereja	<u>Melhorado no futuro</u>
Leite	Não aprovado	Néctar de pera	Não aprovado
<i>Frutas</i>		Polpa de manga	Aprovado
Morangos frescos	Não aprovado	Crema de barrar	Não aprovado
Morangos congelados	Aprovado	Farinha de alfarroba	Aprovado
Banana	Aprovado	<i>Edulcorantes</i>	
Pera cozida	Não Aprovado	Mel	Não aprovado
Pera crua	<u>Melhorado no futuro</u>	Glucose	Não aprovado
Maçã reineta	Não aprovado	Dextrose	Não aprovado
Pêssego em calda	Não aprovado	Frutose	Aprovado

Com base nesta avaliação foram então escolhidas as formulações em que se utilizou apenas iogurte natural, polpa de morangos congelada (MO6), polpa de banana (BA4), polpa de manga (MA2) e farinha de alfarroba (FA2). Esta escolha teve em conta não só as características organoléticas obtidas como ainda a maior disponibilidade e maior homogeneidade das polpas usadas o que permite

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

resultados mais consistentes e homogêneos e resolver o problema da sazonalidade dos frutos. Selecionou-se ainda a formulação com açúcar e farinha de alfarroba.

No entanto, todos estes *snacks*, ao contrário dos *snacks* produzidos apenas a partir de iogurte sólido natural, racharam na base após estarem totalmente desidratados.

4.2. Melhoramento do processo de produção dos *snacks*

Um dos fatores que condiciona a compra de um produto pelo consumidor é o seu aspeto, e no caso dos produtos alimentares, isso é muito importante. Como diz a expressão popular, os olhos também comem, como tal, o produto alimentar deve apresentar-se tal e qual o consumidor espera. No caso destes *snacks*, como são parecidos a batatas-fritas, espera-se que estes tenham uma textura ligeira, aspeto liso, sem rachas, e tamanho razoável.

Tendo em conta que os *snacks* obtidos a partir de polpa de fruta, apesar de apresentarem características de textura, cor e sabor adequadas, racharam na base, foi necessário melhorar o seu aspeto visual.

4.2.1. Estudo da influência das condições de batadura

Realizaram-se ensaios no sentido de melhorar o processo e evitar as rachas, tendo-se aplicado uma nova metodologia de hidratação do hidrocolóide descrita no ponto 3.3.2. (método 2), em que se optou por agitar mais tempo a mistura e não incorporar ar. Para além disso procurou-se ainda reduzir o tempo de produção no sentido de tornar a sua produção futura economicamente mais viável.

Utilizando o método 2, repetiram-se as receitas dos cinco *snacks* escolhidos.

Neste método, os ingredientes foram bem homogeneizados e agitados com lâmina na bimby durante Y minutos, após o qual foram colocados em montinhos numa folha antiaderente e levados ao desidratador.

Após a desidratação, todos os *snacks* obtidos apresentaram uma textura densa e rija, oferecendo resistência tanto a partir como a trincar. Mais a mais, exigiram mais tempo de mastigação por serem rijos, sentindo-se mais o sabor da fruta do que da mistura iogurte e fruta.

A maior rigidez dos *snacks* obtidos levou a pensar na necessidade de um passo de incorporação de ar em substituição do maior tempo de batadura.

No entanto, como se pretendia, nenhum deles apresentou rachas, à exceção dos de chocolate em pó, pelo que este ingrediente foi descartado dos ensaios daqui em diante.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Como a textura dos *snacks* ainda continuava demasiado rija, pôs-se a hipótese de reduzir o tempo de batadura e acrescentar um passo de incorporação de ar. Para tal, aplicou-se o método 3.

Com este método, pretendeu-se incorporar ar na mistura para que após a desidratação os *snacks* apresentassem uma textura mais ligeira. Após misturar todos os ingredientes, homogeneizou-se bem durante X minutos com a lâmina na bimby e de seguida com a borboleta, misturou-se durante Y minutos a temperatura ambiente.

Os *snacks* obtidos exibiram um aspeto semelhante a batatas-fritas, tendo uma textura mais ligeira e espessura mais fina e um sabor mais agradável em comparação com os resultados anteriores. No entanto, dado que a textura ainda não era considerada a ideal sentindo-se ainda um pouco a rigidez ao mastigar os *snacks*, optou-se por um outro método – método 4 – que consistiu em, após a homogeneização, incorporar ar com o auxílio da borboleta durante Z minutos a temperatura ambiente de modo a aumentar a quantidade de ar incorporada.

Os *snacks* obtidos com este novo método apresentaram melhorias tanto a nível de sabor como a nível de textura, não se sentindo a rigidez anterior.

Assim, com o método 4, definiram-se as condições para a elaboração dos *snacks* com as características desejadas desde o início do projeto.

4.2.2. Estudo da influência da concentração do hidrocolóide

A polpa de fruta é rica em fibras solúveis. Atendendo a que a presença de rachas nos *snacks* em que se incorporou polpa de fruta aparentava estar relacionada com problemas de excesso de fibra que impedia a correta hidratação e a manutenção da estrutura, colocou-se a hipótese de tal exigir ter em conta a quantidade de fibras solúveis dos frutos. Para tal, realizaram-se ensaios de otimização do processo tendo em conta a quantidade de fibra existente em cada fruto e variando a quantidade de hidrocolóide em função inversa da quantidade de fibra destes.

Em todas estas receitas e formulações do ponto 3.3.3., a concentração de hidrocolóide foi de X4% (p/v). No entanto, com base nos resultados obtidos com os últimos métodos, decidiu-se baixar a quantidade de texturante para que não houvesse a possibilidade de aparecerem rachas e que a textura fosse o melhor possível, sendo mais crocante e mais mastigável. Assim, experimentaram-se diferentes concentrações de hidrocolóide em todas as receitas à exceção da receita de sólido natural, pois, ao contrário dos outros, este não tinha adição de mais nenhum ingrediente, e se se diminuísse a concentração de hidrocolóide, a mistura poderia não montar.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A Tabela 19 indica as concentrações utilizadas bem como os resultados obtidos.

Tabela 19. Diferentes % de hidrocolóide utilizados nas formulações finais selecionadas e apreciação organolética correspondente.

<i>Snacks</i>	[Hidrocol%]	Resultados
Banana	X1	Textura ligeira e crocante mas sabor não se sobressai muito.
	X2	Textura crocante e com sabor agradável a banana.
Polpa de manga	X1	Formato de batata-frita mas o sabor não é muito realçado.
	X2	Textura ligeira e crocante, com um sabor doce a polpa de manga.
Morangos congelados	X1	Espessura dos <i>snacks</i> mais fina e com sabor pouco pronunciado.
	X2	Sabor já é mais sentido mas textura continua um pouco ligeira.
	X3	Textura mais densa e com sabor mais pronunciado a fruta.
Farinha de alfarroba	X2	Textura nem muito densa nem muito ligeira e com um agradável sabor a farinha de alfarroba.

Sendo que $X1 < X2 < X3$

Analisando a Tabela 19, verificou-se que, utilizando hidrocolóide a X2%, os *snacks* de banana, polpa de manga e farinha de alfarroba apresentavam uma textura intermédia (não muito densa nem muito ligeira) e crocante e com o sabor a ser sentido na proporção exata.

Em termos de textura, o melhor era quando se utilizava hidrocolóide a X1% pois os *snacks* aproximavam-se bastante da textura das batata-fritas, no entanto, o sabor perdia-se um pouco. Caso se utilizasse hidrocolóide a X3%, a textura era um pouco mais densa mas em termos de sabor era o melhor porque realçava mais a fruta. Por isso, decidiu-se escolher hidrocolóide a X2%, sendo que os *snacks* obtidos teriam uma textura um pouco mais ligeira mas o sabor era mais realçado, sendo mais agradável de comer.

Quanto aos morangos congelados, testaram-se várias concentrações, optando-se pelo hidrocolóide a X3% porque era a que apresentava *snacks* com características mais semelhantes aos *snacks* com outros ingredientes.

Passo a passo com a diminuição da concentração de hidrocolóide, também se definiu que a quantidade total de polímero na nossa receita fosse de X4%. Como tal, teve-se em conta a pectina existente nas frutas e hidratos de carbono existente na farinha de alfarroba.

As frutas utilizadas apresentaram a seguinte % de pectina: manga – 0,8; banana – 0,7 e morango – 0,5. Em vez de manga utilizou-se polpa de manga, com menos pectina disponível, logo a % de hidrocolóide terá de ser de aproximadamente X2% que é a % utilizada. A banana também tem hidrocolóide a X2%. Os morangos congelados terão menos pectina logo faz sentido que a % de hidrocolóide seja maior – X3.

4.2.3. Estudo da influência dos tempos de hidratação e desidratação

Apesar de parcialmente resolvido o problema das rachas nos *snacks* de frutas através da variação da quantidade de hidrocolóide, o processo de produção continuou a gerar *snacks* com algumas rachas ou fissuras, para além de ser demorado.

Inicialmente, a hidratação utilizada foi de X horas e a desidratação por Y horas, ou seja, aproximadamente dezoito horas. Com estes tempos, os *snacks* apresentaram uma textura crocante, um tom torrado e caso houvesse adição de algum ingrediente, rachavam apenas na base ou apresentavam fissuras ao longo do *snack*, o que indiciava problemas de hidratação do hidrocolóide.

Numa tentativa de resolver este problema optou-se por prolongar o tempo de hidratação testando-se vários tempos até um máximo aproximadamente 20 horas, e reduzindo o tempo de desidratação até um mínimo de aproximadamente 6 horas de forma a evitar processos de caramelização, torra ou rachas. Com estes novos tempos, os *snacks* obtidos exibiram uma textura crocante, sabor e cor característicos e sem rachas. Os tempos de desidratação finais estão indicados na Tabela 20.

Tabela 20. Tempos de desidratação finais dos *snacks*

<i>Snacks</i>	Tempos de desidratação (aprox.)
Sólido natural	Y1
Banana	Y2
Polpa de manga	Y3
Morangos congelados	Y4
Farinha de alfarroba	Y5

Uma outra hipótese colocada para o aparecimento de rachas foi o facto de para além do tempo de desidratação poder estar implicado um fenómeno de retenção da água pela sacarose reduzindo a quantidade de água disponível para a formação do gel com a pectina da fruta. Assim, optou-se por substituir a sacarose pela frutose nos ensaios com fruta, nomeadamente, com a banana e morangos congelados, com a vantagem adicional de se obterem *snacks* com menor valor calórico.

4.3. Formulações Finais e processo otimizado

Atendendo aos resultados apresentados anteriormente, as formulações e processo de produção otimizado final foram os descritos na Tabela 21 e 22, sendo o aspeto final dos *snacks* o apresentado na Figura 19.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tabela 21. Formulações finais dos *snacks*

<i>Snacks</i>	Ensaio	Água – Iog (mL)	Quantidade MP adicionada	Açúcar adicionado (g)
Natural	-	100-100	-	10 (sacarose)
Banana	BA4	50-100	50mL	10 (frutose)
Morangos	MO6	50-100	50mL	15 (frutose)
Manga	MA2	50-100	50mL	-
Alfarroba	FA2	100-100	15g	5 (sacarose)

Tabela 22. Processo de produção otimizado final

Método	Hidratação (h)	Homogeneização	Incorporação ar (t amb.)	Desidratação (h)
4	A	X	Z	X1



Figura 19. Aspeto dos *snacks* finais

4.4. Análise de embalagens

Após a obtenção da formulação final para cada caso referida no ponto 4.3., procedeu-se à análise do tempo de prateleira dos *snacks* produzidos.

Numa primeira abordagem determinou-se o valor da atividade da água (a_w) dos *snacks* obtidos pela receita base com vista a determinar o seu potencial de rancificação e de deterioração microbiana. O valor de a_w obtido foi de 0,07, sendo suficientemente baixo para que os *snacks* estivessem livres da zona de potencial crescimento de microrganismos patogénicos, não apresentando riscos para a saúde do consumidor. No entanto, o valor encontra-se na zona da auto oxidação dos lípidos, podendo, assim, auto-rancificar com o passar do tempo na própria embalagem ou em contacto com o ar atmosférico.

Num segundo passo, e tendo em conta essa situação, testaram-se dois materiais de embalagem diferentes: embalagens de polietileno transparentes e complexos laminados com camada interna de alumínio. Estas últimas não permitiam contacto com a luz enquanto a embalagem transparente permitia. Pretendeu-se examinar até que ponto as características dos *snacks* eram alteradas estando ou não em contacto com a luz mesmo sendo elas armazenadas em local fresco e seco. O facto de não se optar exclusivamente por uma embalagem opaca está relacionado com a ideia de que será agradável e

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

mais apelativo para o consumidor caso este possa observar o conteúdo da embalagem ao contrário do que acontece nas habituais embalagens de *snacks*.

Definiram-se três datas de análise e produziram-se, para cada data, cinco embalagens dos dois tipos, por existirem cinco formulações finais, cada um com cinco *snacks* de um único sabor. Assim, em cada data, observou-se os resultados de dez embalagens, havendo no total, 30 embalagens.

As embalagens com os *snacks* foram seladas dia 22 de Julho de 2013, tendo as datas de análise sido: 31 de Julho, 9 de Setembro e 27 de Setembro.

Na primeira data de análise, observou-se que no caso dos sacos transparentes, os *snacks* não apresentavam sinais de alteração do seu aspeto exterior. No entanto, ao tocá-los a partir de fora, sentia-se que já estavam moles. Ao abrir a embalagem, o cheiro e sabor observado foi o do *snack* original mas já sem nenhuma da textura crocante que tinha no início. Este resultado foi observado em todas as cinco embalagens transparentes. Nos complexos laminados, os resultados foram diferentes: de entre as 5 formulações testadas, os *snacks* de iogurte natural, foram aqueles que mantiveram o sabor e a textura crocante inicial. Nos restantes *snacks*, reparou-se que estes ainda tinham o sabor da fruta mas apresentavam algumas zonas com textura mole e perda de crocância. Os *snacks* de alfarroba e de polpa de manga foram os que de entre as 5 formulações perderam menos a textura crocante, ao contrário dos *snacks* de banana e morangos congelados que já estavam um pouco menos crocante, talvez por terem mais água na sua composição.

Na segunda data de análise, após cerca de 5 semanas de embalamento, tal como esperado em função dos resultados anteriores, todos os *snacks* das embalagens transparentes se encontravam já moles ao toque por fora e por dentro. Quanto ao odor, os *snacks* de morango e de iogurte exibiram um cheiro muito forte ao produto original (fruta e iogurte, respetivamente), enquanto os outros apresentaram um cheiro menos intenso mas ainda significativo. Já no caso dos *snacks* embalados nos complexos laminados, todos à exceção dos *snacks* de manga, ficaram moles, sendo que os de alfarroba e os de iogurte natural apresentam um maior grau de amolecimento, oferecendo já um pouco de resistência ao quebrar. Os *snacks* de manga continuaram crocantes e sem alteração de sabor.

Analisando estes resultados, concluiu-se que as embalagens transparentes não eram nada adequadas para este produto, visto que os *snacks* perdiam a sua textura crocante logo ao fim da primeira semana. Quanto aos complexos laminados, estes permitiram que os *snacks* conservassem a sua textura por mais algum tempo, apesar de já apresentarem algumas zonas mais moles.

O único que resistiu às duas datas de análise foi o *snack* de manga, que manteve intacto a textura e o sabor, como tal, foi o único a ser observado na terceira data de análise, a fim de ver se estas características se mantinham ou não.

Na terceira data de análise, verificou-se que de facto os *snacks* de manga foram os únicos a manterem-se crocantes e com o sabor inicial até dois meses após a selagem.

4.5. Análise sensorial

Com o objetivo de fazer uma avaliação sensorial dos *snacks* produzidos com as formulações finais selecionadas procedeu-se a inquéritos baseados em provas descritivas e hedónicas (Anexos 1 e 2).

Após analisar os resultados obtidos das fichas sensoriais descritivas e hedónicas, estão descritas de seguida as opiniões e observações feitas para cada um dos *snacks*.

4.5.1. Análise sensorial descritiva

***Snacks* de iogurte**

A cor foi identificada como sendo característica do iogurte natural, a sua textura foi considerada crocante e em termos de sabor, sentiu-se mais o sabor do iogurte e da sua acidez do que o sabor a doce. Apesar de ter um forte sabor a iogurte, este não permaneceu muito tempo na boca. A única observação feita foi que a cor do *snack* apresentava-se um pouco pálida e amarelada. O ideal seria o *snack* ter cor branca.

***Snacks* de alfarroba**

A cor transmitida pela farinha de alfarroba foi considerada intensa e a sua textura crocante como o dos *snacks* de iogurte e quanto ao sabor, soube mais a alfarroba que a iogurte, sendo considerado mais amargo devido ao gosto da alfarroba; no entanto o sabor deste *snack* permaneceu durante mais tempo na boca. Contudo, foi considerado um *snack* ligeiramente amargo e ácido, com uma textura semelhante a uma bolacha e um pouco rija.

***Snacks* de manga**

Tal como nos de alfarroba, a cor foi considerada intensa e característica da polpa de manga, sentindo-se mais o sabor da manga que do iogurte e com um ligeiro toque de acidez. O seu sabor permaneceu durante mais tempo na boca e também obteve uma textura muito crocante. Os *snacks* foram muito apreciados por ostentarem uma cor bonita e apelativa e terem um sabor muito interessante. A única sugestão apontada foi os *snacks* terem uma maior espessura a fim de serem mais agradáveis a trincar.

Snacks de banana

A cor proveniente da banana foi percebida moderadamente, sentindo-se fortemente o sabor a banana assada e portanto, mais doce. Em termos de textura, estes foram considerados crocantes mas não tanto como os *snacks* de iogurte e os *snacks* de alfarroba e o seu sabor permaneceu na boca mais tempo que o do iogurte mas menos que o de manga ou alfarroba. Tal como o de manga, este *snack* também teve uma apreciação muito positiva. O único senão é que re-hidratavam muito rapidamente quando expostos ao ar, perdendo assim a textura crocante.

Snacks de morango

A cor não foi prontamente identificada como sendo do morango, apenas pela sua ligeira coloração rosa e a nível de sabor, percebeu-se moderadamente que o sabor poderia ser do morango, apresentando-se mais ácido que doce. Exibiu uma textura crocante mas menos que todos os outros e o seu sabor permaneceu durante pouco tempo na boca. Este *snack* não foi identificado pela cor mas sim pelo gosto, porque a cor não era muito apelativa. Tal como os de banana, re-hidratavam depressa, tornando-se pouco crocante.

4.5.2. Análise sensorial hedónica

Snacks de iogurte

Os *snacks* agradaram os inquiridos em termos de aspeto, aroma, sabor e textura. Quanto à cor, este foi mais claro que o ideal e a apreciação global foi considerada agradável a muito agradável. Provavelmente, será um *snack* a ser adquirido pelo inquirido. Quando questionados pela preferência de tamanho e espessura do *snack*, a maioria escolheu que tivessem o tamanho e a espessura iguais às da amostra. O número aproximado de unidades sugerido por embalagem foi de 24. Contudo, a cor do *snack* poderia ser menos amarela e mais branca e, de entre os cinco *snacks*, estes pareceram os mais saudáveis.

Snacks de alfarroba

Estes *snacks* foram classificados como ligeiramente agradáveis a agradáveis nos seus principais atributos (aspeto, aroma, sabor e textura) e a sua cor foi considerada ideal para a quantidade adicionada, no entanto a quantidade adicionada de alfarroba foi mais que o ideal, proporcionando um sabor amargo e levando a que os inquiridos o avaliassem como ligeiramente agradável. Devido a esta avaliação, muitos não sabem se o iriam comprar. Em termos de tamanho e espessura, o tamanho e espessura escolhidos são iguais aos da amostra e o número de unidades por embalagens diminuiu, passando para 19. Tendo estes *snacks* uma textura rija e pouco estaladiça, ao contrário dos outros *snacks*, acabou por não suscitar o mesmo interesse em ingeri-los. Por ter uma considerável quantidade

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

de ingrediente adicionado, acabou por ser amargo e causar sensação de adstringência no final do seu consumo.

Snacks de manga

Os *snacks* foram considerados muito agradáveis no seu aspeto, aroma, sabor e textura. A cor poderia ser um pouco mais intensa, apesar da quantidade de polpa de manga adicionada ser o ideal. Na sua apreciação global, foi muito agradável e provavelmente seria adquirido pelos inquiridos. Como nos outros *snacks*, a maioria preferiu que tivessem o mesmo tamanho e espessura que as amostras. O número de unidades por embalagem seria 24. Este foi o *snack* mais apreciado pelos inquiridos.

Snacks de banana

A maior parte dos inquiridos avaliou estes *snacks* como agradáveis, tendo uma cor e quantidade de banana adicionada ideal, pelo que a sua intenção de compra seria provavelmente comprar. O tamanho e espessura dos *snacks* seriam iguais às da amostra e o número sugerido por embalagem seria também de 24 unidades. Porém, a textura destes *snacks* foi considerada um pouco diferente da dos outros *snacks*, talvez ligeiramente esponjosos. Também foi considerado como o *snack* mais doce, havendo sugestões de se reduzir a quantidade de açúcar adicionada.

Snacks de morango

Os *snacks* foram agradáveis ao paladar dos inquiridos, com a cor a ser mais clara que o ideal e a não levar o inquirido a perceber logo que seria de morango. A quantidade de morango adicionado foi a ideal, sendo avaliado na sua apreciação global como agradável e que provavelmente seria comprado pelos inquiridos. Como nos restantes *snacks*, a maioria preferiu que tivessem o mesmo tamanho e espessura que as amostras e o número de unidades sugerido rondou os 26. Por a cor do *snack* ser de um rosa pálido com laivos de amarelo, não permitiu a rápida associação ao morango, e apesar de a cor não ser muito interessante nem apelativa, o sabor e a textura foram consideradas muito boas. Para além do mais, pareciam amolecer mais rapidamente, levando à rápida perda da textura crocante.

Após avaliarem individualmente cada um dos *snacks*, foi ainda pedido aos inquiridos que sugerissem outros sabores que achassem interessantes, sendo os mais mencionados os seguintes: mel, especiarias (sal, coentros, salsa), frutos vermelhos, caramelo, coco, amêndoa, avelã, cereja, manteiga de amendoim, chocolate, cacau, kiwi, baunilha, ananás, pêssego, alperce, ginja, figo, papaia, uva, abacaxi, canela, menta e melancia.

4.6. Análise Multivariada dos dados

4.6.1. Análise sensorial descritiva

Tendo em conta os resultados dos inquéritos sensoriais procedeu-se ao tratamento estatístico dos resultados.

Os *snacks* foram caracterizados pela média de cada atributo: cor da matéria-prima, homogeneização da cor, sabor a iogurte, sabor ácido, sabor doce, sabor a matéria-prima, a sua textura crocante e o tempo de permanência na boca. Os dados foram dispostos sob uma forma matricial com 5 linhas (*snacks*) e 8 colunas (variáveis), standardizados, e analisados através de técnicas de reconhecimento de padrões, como a Análise em Componentes Principais e a Análise de *Clusters* (classificação hierárquica).

A Tabela 23 apresenta os valores próprios e a variância total de cada componente principal bem como a variância acumulada. Verifica-se que o espaço inicial de 8 variáveis é reduzido para um espaço bidimensional, definido pelas duas primeiras componentes principais que explicam cerca de 81% da informação contida nos dados iniciais.

Tabela 23. Valores próprios da matriz de correlação e variância dos novos eixos (componentes principais) (Análise descritiva)

Componente Principal	Valor Próprio	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
1	3,916410	48,95513	48,9551
2	2,543056	31,78821	80,7433
3	1,147212	14,34016	95,0835
4	0,393321	4,91651	100

Na Tabela 24 cada componente é explicada maioritariamente pelos atributos cujos valores, em módulo, sejam superior a 0,7. Como tal, verifica-se que a componente 1 é explicada pela cor da matéria-prima, homogeneização da cor, textura crocante e tempo de permanência na boca e a componente 2, pelo sabor a iogurte e sabor a matéria-prima.

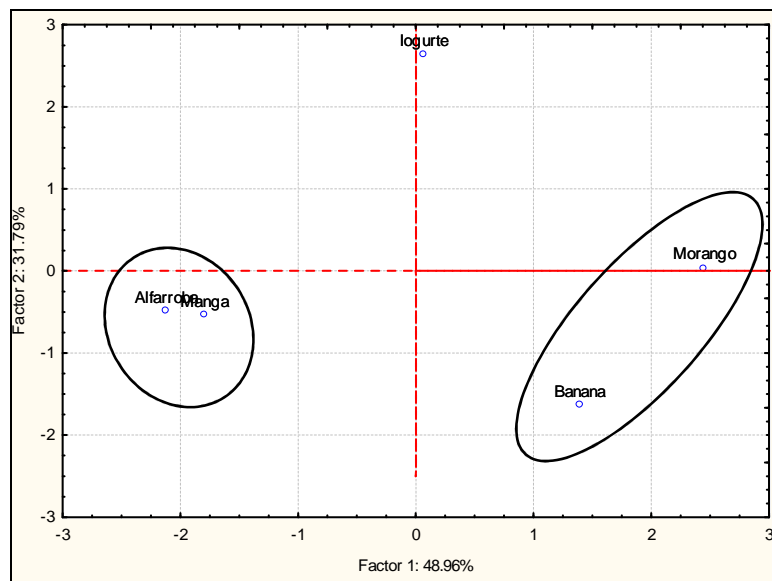
Tabela 24. Coordenadas das componentes principais com base em correlações (Análise descritiva)

Atributos	Componente 1	Componente 2
Cor da matéria-prima	-0,899720	0,236844
Homogeneização da cor	-0,869617	0,375513
Sabor a iogurte	0,485543	0,849773

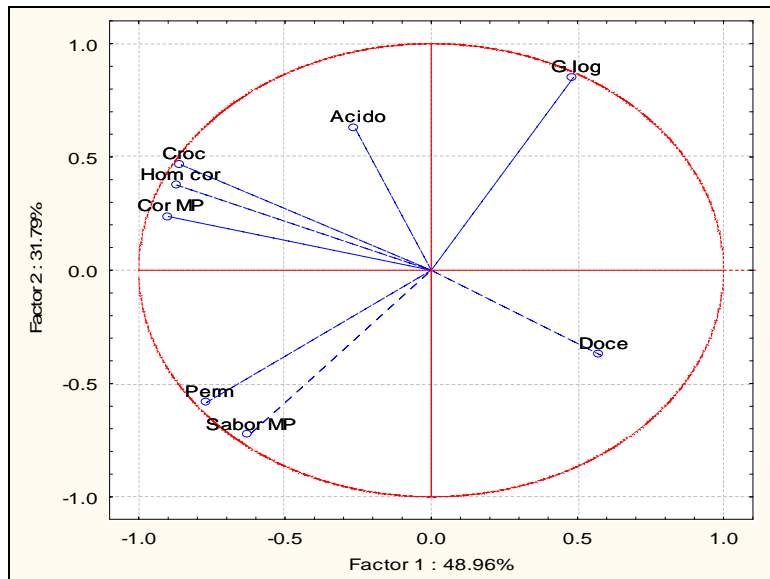
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Sabor ácido	-0,260147	0,627237
Sabor doce	0,579514	-0,374678
Sabor a matéria-prima	-0,625376	-0,730514
Textura crocante	-0,854764	0,464933
Permanência na boca	-0,767920	-0,583279

A Figura 20 representa a projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (A) e a projeção das variáveis nesse mesmo plano (B). Na Figura 20A, observa-se que existem três grupos distintos de *snacks*: um grupo que abrange os *snacks* de banana e morango, um outro que abrange os de alfarroba e os de manga e um terceiro que se refere apenas aos de iogurte natural. Agora, pretende-se saber quais os atributos que caracterizam cada um desses grupos. Esta informação é retirada da Figura 20B que indica que os *snacks* de banana e morango são mais caracterizados por apresentarem um sabor doce, os de manga e alfarroba por terem uma textura mais crocante, uma cor homogênea e mais visível da matéria-prima, um sabor mais característico da matéria-prima bem como um maior tempo de permanência do sabor na boca. Já os de iogurte são mais representados pelo seu sabor a iogurte.



A.



B.

Figura 20. (A) Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais; (B) Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Análise descritiva)

Também se realizou uma classificação hierárquica a fim de confirmar se existiam mesmo três grupos distintos, como mencionados na Análise em Componentes Principais. A Figura 21 representa o dendrograma obtido para os 5 *snacks* em análise. De facto, observam-se três grupos individualizados: o de banana e morango, o de manga e alfarroba e o de iogurte natural. Por análise à Figura 21, também se pode concluir que os *snacks* não são muito diferentes entre si, pois a distância de ligação não é muito elevada.

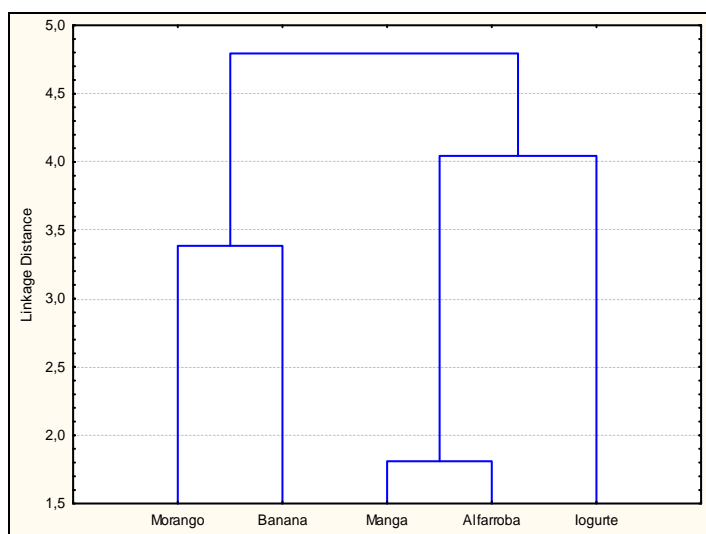


Figura 21. Classificação hierárquica (dendrograma) dos cinco *snacks* (Análise descritiva)

4.6.2. Análise sensorial hedónica

Para esta análise, os *snacks* foram caracterizados pela média dos seguintes atributos: aspeto, aroma, gosto, textura, cor, quantidade de matéria-prima adicionada, apreciação global e intenção de compra. Os dados foram novamente dispostos sob uma forma matricial com 5 linhas (*snacks*) e 8 colunas (variáveis), estandardizados, e analisados através da Análise em Componentes Principais e da Análise de *Clusters*.

A Tabela 25 apresenta os valores próprios e a variância total de cada componente principal bem como a variância acumulada. Verifica-se que, como no caso anterior, o espaço inicial de 8 variáveis é reduzido para um espaço bidimensional, definido pelas duas primeiras componentes principais que explicam cerca de 77% da informação contida nos dados iniciais.

Tabela 25. Valores próprios da matriz de correlação e variância dos novos eixos (componentes principais) (Análise hedónica)

Componente Principal	Valor Próprio	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
1	4,536828	56,71035	56,7103
2	1,673720	20,92150	77,6318
3	1,109103	13,86379	91,4956
4	0,680350	8,50437	100

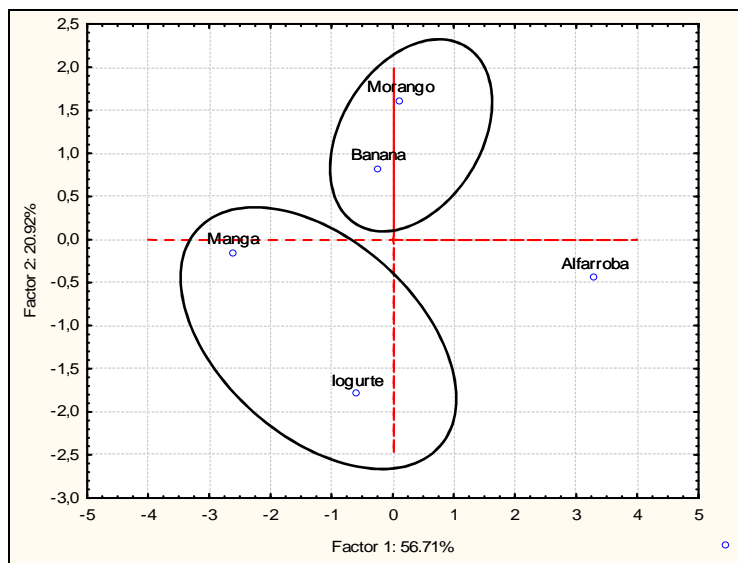
Na Tabela 26, verifica-se que a componente 1 é explicada pelo aroma, gosto, apreciação global e intenção de compra; e a componente 2, pela textura e matéria-prima adicionada.

Tabela 26. Coordenadas das componentes principais com base em correlações (Análise hedónica)

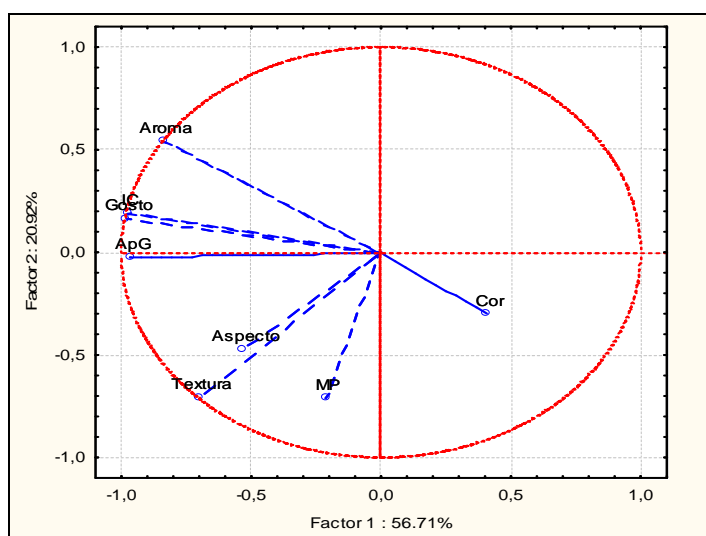
Atributos	Componente 1	Componente 2
Aspeto	-0,530068	-0,471492
Aroma	-0,838605	0,540472
Gosto	-0,980094	0,163759
Textura	-0,701278	-0,706623
Cor	0,407911	-0,302355
Matéria-prima adicionada	-0,213462	-0,711122
Apreciação Global	-0,966707	-0,024525
Intenção de Compra	-0,976596	0,188299

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A Figura 22 representa a projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (A) e a projeção das variáveis nesse mesmo plano (B). Na Figura 22A, observa-se que, tal como na Figura 21A, existem três grupos distintos de *snacks*: um grupo que abrange os *snacks* de banana e morango, um outro que abrange os de iogurte e os de manga e um terceiro que se refere apenas aos de alfarroba. Pela Figura 22B, analisa-se que os de alfarroba são os únicos a serem caracterizados pela cor, ao ponto que os de banana e morango não são identificados através de nenhum dos atributos. Os de manga e os de iogurte reúnem a preferência dos consumidores no que toca ao aspeto, textura, apreciação global, gosto e intenção de compra. Estes resultados coincidem com os que foram apurados diretamente das fichas sensoriais feitas aos consumidores.



A.



B.

Figura 22. (A) Projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais; (B) Projeção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Análise hedónica)

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A Figura 23 representa o dendrograma obtido para os 5 *snacks* em análise sendo visível que também existem três grupos individualizados: o de alfarroba, o de banana e morango e o de manga e iogurte natural. Os de alfarroba estão classificados individualmente, pois os consumidores identificaram este *snack* como o menos agradável dos cinco *snacks*. Na opinião dos consumidores, este *snack* apresentou uma textura mais rija que os restantes e um sabor mais forte e amargo, e consequentemente, a sua apreciação global e intenção de compra não foram os melhores.

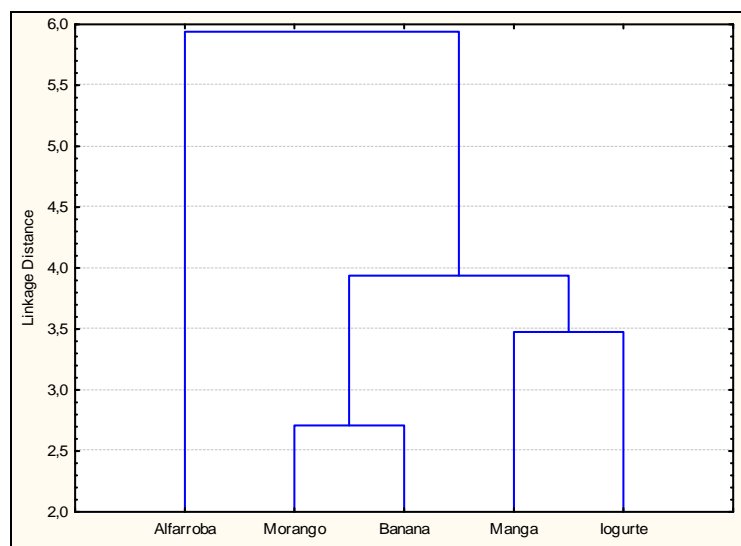


Figura 23. Classificação hierárquica (dendrograma) dos cinco *snacks* (Análise hedónica)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1. Considerações Finais

Com o presente trabalho, foi possível aperfeiçoar uma receita já desenvolvida pela empresa e produzir *snacks* de iogurte com cinco sabores diferentes. Testaram-se muitos ingredientes, uns resultando melhor e outros não tão bem.

O método preferencial foi o método 4, que permitiu obter *snacks* com textura crocante e um sabor agradável semelhante ao ingrediente adicionado. A quantidade de texturante para cada receita foi diferente consoante a quantidade de pectina existente no ingrediente, de modo a que o *snack* final não apresentasse polímero a mais, e como tal, rachasse ou tivesse textura muito rígida. Outro fator que foi tido em conta foi a desidratação que não ultrapassou as 8h para que os *snacks* não apresentassem uma cor caramelizada por excesso de calor.

Após a desidratação completa, os *snacks* foram colocados em caixas de plástico hermeticamente fechadas juntamente com pastilhas de sílica anti-humidade para que não perdessem a textura crocante. Quando colocados fora das caixas de plástico fechadas, todos conseguiram aguentar durante um curto período de tempo sem perder a textura crocante, no entanto, os mais suscetíveis a essa perda de textura foram os *snacks* de banana e os de morango.

A nível de embalagens, os complexos laminados com uma camada interna de alumínio conservaram melhor a textura dos *snacks*, mas por apenas duas semanas, após o qual os *snacks* foram ficando cada vez mais moles. Os *snacks* de manga foram os únicos que se mantiveram crocantes durante dois meses.

A nível de características dos *snacks*, os *snacks* de manga e os de alfarroba foram os que apresentaram melhor cor e textura. O sabor dos *snacks* de manga foi muito bom enquanto os *snacks* de alfarroba resultaram um pouco amargos. Os *snacks* de iogurte natural apresentaram um sabor característico a iogurte, ao passo que os *snacks* de banana resultaram um pouco doces. Já no caso dos *snacks* de morango, a acidez foi um pouco predominante mas ainda assim permitiu obter um sabor agradável. A cor resultante não foi interessante, pois amareleceu durante a desidratação, possivelmente devido à caramelização sofrida dado a temperatura do desidratador estar um pouco elevada (46°C) e o morango apresentar mais açúcares na sua forma livre que os restantes ingredientes. Possíveis melhorias seriam reduzir a temperatura do desidratador ou adicionar um corante que permitisse uma melhor identificação do morango.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

Pelas fichas de análise sensorial descritiva, concluiu-se que todos os *snacks* apresentaram um sabor e textura agradáveis, sendo o mais apreciado o de manga e o menos o *snack* de alfarroba. Os diferentes sabores foram prontamente identificados pelos inquiridos através da cor, à exceção do sabor de morango que só foi reconhecido pelo sabor.

A partir da análise das fichas sensoriais hedónicas, foi possível concluir que estes *snacks* também foram do agrado dos inquiridos, sendo, novamente, os *snacks* de manga os mais prezados e os *snacks* de alfarroba, os menos, devido ao seu sabor amargo. Os *snacks* de banana também foram muito elogiados para quem aprecia a fruta, ao passo que os de morango, apesar de serem agradáveis, tiveram como fator avaliado negativamente o facto de a cor não ser muito apelativa.

A partir da análise multivariada dos dados descritivos, observaram-se três grupos individualizados: o de banana e morango; o de manga e alfarroba mais caracterizados pela sua textura estaladiça, sabor forte e cor intensa e o de iogurte natural, mais marcado pelo sabor a iogurte.

A partir da análise multivariada dos dados hedónicos, observaram-se também três grupos individualizados: o de banana e morango; o de manga e iogurte e o de alfarroba, sendo este último identificado como o menos agradável devido ao seu sabor amargo e textura rija.

Sendo assim, o objetivo deste projeto foi concluído com sucesso tendo-se desenvolvido *snacks* de cinco sabores diferentes, e aperfeiçoado o processo, otimizando os métodos e tempos de hidratação e desidratação e se hoje, estes produtos fossem comercializados, haveria fortes possibilidades de que os consumidores o adquirissem.

5.2. Trabalhos futuros

Tendo em conta os resultados e o processo a que se chegou, e numa perspetiva de por um lado aprofundar a caracterização dos produtos desenvolvidos e por outro alargar a gama de sabores que poderão ser disponibilizados ao consumidor existem alguns aspetos que de futuro seria interessante desenvolver, nomeadamente:

Em relação à caracterização dos produtos já existentes

- Realizar a avaliação nutricional dos *snacks* bem como a avaliação das suas qualidades nutricionais ao longo do tempo permitindo obter um conjunto de informação útil para informar o consumidor do valor nutricional dos produtos e aumentar a capacidade de promoção deste enquanto produto saudável;

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

Em relação a melhorias no processo

- Uniformizar o tamanho e espessura dos *snacks*;
- Aperfeiçoar o processo de embalagem e conservação nomeadamente através da utilização de atmosferas modificadas ou outras formas de remoção da humidade;

Em relação ao alargamento da gama de produtos

- Aperfeiçoar os sabores já testados e que, embora não tendo sido selecionados, apresentavam potencial em termos de características organoléticas como por exemplo: o iogurte grego na proporção 60-40 (aumentando a consistência do *snack*, apontando para consumidores que preferem este tipo de iogurte ou numa perspetiva de alargar a gama de *snacks* de iogurtes simples), o *snack* de pera crua (aumentando a percentagem de polpa fresca para intensificar o sabor, apontando para consumidores de iogurtes de fruta e com preocupações nutricionais), o *snack* de doce de cereja (acertando a quantidade de doce adicionado para não aderir aos dentes, indicado para consumidores que apreciem doces de fruta ou compotas) ou o *snack* de chocolate em pó (acertando a quantidade de hidrocolóide a adicionar e otimizando o método para evitar as rachas, numa perspetiva de desenvolver um *snack* saudável apreciado por adultos e crianças);
- Desenvolver novos *snacks* com base nos sabores sugeridos pelos inquiridos, quer na gama dos *snacks* doces quer numa gama, mais inovadora, de *snacks* salgados e/ou condimentados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. Bibliografia

American Dietetic Association (2009). Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(4): 735-746.

Arbolea, J-C. e Wilde, P. J. (2005). Competitive adsorption of proteins with methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose. *Food Hydrocolloids*, 19: 485–491.

Armisen, R. e Galatas, F. (2000). Agar. In: *Handbook of Hydrocolloids*, Phillips, G. O. e Williams, P. A. (ed.), pp. 21-40. England, Woodhead Publishing Limited.

Brandão, E. M. e Andrade, C. T. (1999). Influência de Fatores Estruturais no Processo de Gelificação de Pectinas de Alto Grau de Metoxilação. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Jul/Set: 38-44.

Burdock, G. A. (2007). Safety assessment of hydroxypropyl methylcellulose as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology*, 45: 2341-2351.

Buttriss, J. (1997). Nutritional properties of fermented milk products. *International Journal of Dairy Technology*. 50(1): 21-27.

Cerning, J. (1990). Exocellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 87: 113-130.

Chaplin, K. e Smith, A. (2011). Definitions and perceptions of snacking. *Nutraceutical Research*, 9(1): 53-59.

Chiché, A. (2011). *Fresh Fruit Marbles – Desenvolvimento de um produto inovador para confeitaria*. Dissertação de mestrado em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Cho, S. S. e Prosky, L. (1999). Application of Complex Carbohydrates to Food Product Fat Mimetics. In: *Complex Carbohydrates in Foods*. Cho, S. S., Prosky, L. e Dreher, M. (ed), pp. 411-429. Marcel Dekker, Inc. New York.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coffey, D. G., Bell, D. A. e Henderson, A. (2006). Cellulose and Cellulose Derivatives. In: *Food Polysaccharides and Their Applications*, Stephen, A. M., Phillips, G.O. e Williams P. A. (ed.), Second Edition, pp. 148-169. USA, CRC Press Taylor & Francis Group.

Cordeiro, T. (2011). Alimentação Saudável: Faça mais pela sua Saúde!. *Associação Portuguesa dos Nutricionistas*. Disponível em:

http://www.apn.org.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/doc348pdf. Acesso em: 15.03.2013

European Commission (2010). Functional Foods. Disponível em:

ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/kbbe/docs/functional-foods_en.pdf. Acesso em: 21.05.2013.

Fellows, P. J. (2000). *Food Process Technology: Principles and Practice*, Second Edition, pp. 462-508. England, Woodhead Publishing Limited.

Friedirich, I., Trevos, M. e Quadros de, S. (2008). Biopolissacarídeos. Seminário de Engenharia Bioquímica, Florianópolis.

Gatenby, S. J. (1997). Eating frequency: methodological and dietary aspects. *British Journal of Nutrition*, 77 (1): S7-S20.

Grajek, W., Olejnik, A. e Sip, A. (2005). Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*. 52(3): 665-671.

Hair, J.F., Tatham, R.L., Anderson, R.E. e Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis*, Fifth Edition. Prentice-Hall, Inc.

Hasler, C. M. (2002). Functional Foods: Benefits Concerns and Challenges – A Position Paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of Nutrition*, 132: 3772-3781.

Health Benefits of Smart Snacking (2011). *Dairy Council Digest Archives*, 82:6. Disponível em: <http://www.nationaldairycouncil.org/Research/DairyCouncilDigestArchives/Pages/dcd82-6Page5.aspx>. Acesso em: 15.03.2013

Hui, Y.H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A. S., Joseph, J., Nip, W-K., Stanfield, P. S. e Toldrá, F. (ed.) (2004). *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. Marcel Dekker, Inc. New York.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICPE – Indian Centre for Plastics in the Environment (2005). *Packaging of snack food*, Thomson Press (India) Limited, New Delhi, India. Disponível em: http://icpe.in/icpefoodnpackaging/pdfs/22_snackfood.pdf. Acesso em: 30.07.2013
- Ivanovic, S., Mikinac, K. e Perman, L. (2011). Molecular Gastronomy in Function of Scientific Implementation in Practice. *UTMS Journal of Economics*, 2(2): 139-150.
- Kritchevsky, D. (1999). Health Benefits of Complex Carbohydrates. In: *Complex Carbohydrates in Foods*. Cho, S. S., Prosky, L. e Dreher, M. (ed), pp. 63-69. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Lawless, H. T. e Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Second Edition, New York, Springer.
- Lersch, M. (ed.) (2008). Texture – A hydrocolloid recipe collection. Disponível em: <http://khymos.org/recipe-collection.php>. Acesso em: 31.07.2013
- Lloyd-Williams, F., Mwatsama, M., Ireland, R. e Capwell, S. (2008). Small changes in snacking behaviour: the potential impact on CVD mortality. *Public Health Nutrition*, 12(6): 871-876.
- May, C. D. (2000). Pectins. In: *Handbook of Hydrocolloids*, Phillips, G. O. e Williams, P. A. (ed.), (ed), pp. 169-188, England, Woodhead Publishing Limited.
- Mazahreh, A. e Ershidat, O. (2009). The Benefits of Lactic Acid Bacteria in Yogurt on the Gastrointestinal Function and Health. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9): 1404-1410.
- Melo, C. (2011). *Estudo da influência do sabor e da cor na percepção da textura estaladiça em snacks*. Dissertação de mestrado em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- Morris, V. J. (2006). Bacterial Polysaccharides. In: *Food Polysaccharides and Their Applications*, Stephen, A. et al. (ed.), pp. 413-443, Second Edition, USA, CRC Press Taylor & Francis Group.
- Moura, J. (2011). *Cozinha com Ciência e Arte*. Bertrand Editora, Lisboa.
- Nielsen. (2011). *Anuário Food 2010*. The Nielsen Company.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Okechukwu, P. e Anandha Rhao, M. (1998). Rheology of structured polysaccharide food systems: Starch and pectin. In *Polysaccharide Association Structures in Food*; Walter, R. (ed.). pp. 289-328, New York, Marcel Dekker, Inc.

Pei-Lin, H. (2004). Factors influencing students' decisions to choose healthy or unhealthy snacks at the University of Newcastle, Australia. *Journal of Nursing Research*, 12(2): 83-91.

Poli, A., Anzelmo, G., Fiorentino, G., Nicolaus, B., Tommonaro, G. e Di Donato, P. (2011). Polysaccharides from Wastes of Vegetable Industrial Processing: New Opportunities for Their Eco-Friendly Re-Use. In: *Biotechnology of Biopolymers*. Elnashar, M. (ed), pp. 33-56, InTech Publications.

Portaria nº 742/92 de 24 de Julho. In: *Diário da República*.

Roberfroid, M. B. (2000). Prebiotics and probiotics: are they functional foods?. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71: 1682S-7S.

Roberfroid, M. B. (2002). Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2): S139-S143.

Sanz, T., Fernández, M. A., Salvador, A., Munõz, J. e Fiszman, S. M. (2005). Thermogelation properties of methylcellulose (MC) and their effect on a batter formula. *Food Hydrocolloids*, 19: 141-147.

Shiby, V. K. e Mishra, H. N. (2013). Fermented Milks and Milk Products as Functional Foods—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53:482–496.

Silva, J. (2010). *Polissacarídeos e componentes da parede celular*. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Singh, A.V. (2011). Biopolymers in Drug Delivery: A Review. *Pharmacologyonline*, 1: 666-674.

Souza, D. M. e Garcia-Cruz, C. H. (2004). *Produção fermentativa de polissacarídeos extracelulares por bactérias*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 25 (4): 331-340.

Sreejith, L., Nair, S. M. e George, J. (2010). Biopolymer Surfactant Interactions. In: *Biopolymers*. Elnashar, M. M. (ed), pp. 439-448, Sciyo Publications.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Stanley, N. F. (2006). Agars. In: *Food Polysaccharides and Their Applications*, Stephen, A., G. O. Phillips, G.O. e Williams P.A. (ed.), pp. 217-238, Second Edition, USA, CRC Press Taylor & Francis Group.

Stephen, A. M. e Churms, S. C. (2006). Introduction. In: *Food Polysaccharides and Their Applications*, Stephen, A. et al. (ed.), pp. 1-17, Second Edition, USA, CRC Press Taylor & Francis Group.

Stevens, P. (2010). Gelatine. In: *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. Imenson, A. (ed.), pp. 116-144. Blackwell Publishing, UK.

Stone, H. e Sidel, J. (1993). *Sensory evaluation practices*, 2ª Edição, pp. 1-327, Academic Press, Inc., California.

Sworn, G. (2000). Xanthan Gum. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Phillips, G. O. e Williams, P. A. (ed.), pp. 103-115, England, Woodhead Publishing Limited.

Sylvain, L. (2010). Microfoams of Biopolymers by Laser-Induced Stretching: Mechanisms and Applications. In: *Biopolymers*. Elnashar, M. M. (ed), pp. 109-134, Sciyo Publications.

Tung, M. A. e Britt, I. J. (1995). Food material science and food process engineering: keys to product quality and safety. *Food Research International*, 28 (1): 101-108.

Vaclavik, V. A. e Christian, E. W. (2008). *Essentials of Food Science*, Third Edition, pp. 33-47, USA, Springer.

Varella, C. (2008). *Análise Multivariada Aplicada as Ciências Agrárias – Análise de Componentes Principais*. Pós-Graduação em Agronomia – Cpga-Cs, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil.

Varki, A., Cummings, R., Esko, J., et al. (ed) (1999). *Essentials of Glycobiology*. Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press. Chapter 21, Bacterial Polysaccharides. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK20697/>. Acesso em 31.07.2013

Visch, S. (2001). *Biopolymers; what is their place in future society in relation with sustainable design?* Disponível em: http://www.angelfire.com/freak/rat_xxx/paper_biopolymers.pdf. Acesso em: 19.05.2013.

Vijayabaskar, P., Babinastarlin, S., Shankar, T., Sivakumar, T e Anandapandian, K. T. K. (2011). Quantification and characterization of Exopolysaccharides from *Bacillus subtilis* (MTCC 121). *Advances in Biological Research*, 5(2): 71-76.

Wandrey, C., Bartkowiak, A. e Harding, S. E. (2010). Materials for Encapsulation. In: *Encapsulation Technologies for Active Food – Ingredients and Food Processing*. Zuidam, N. J. e Nedović, V. A. (ed), pp. 41-46, Springer Publications.

Wang, H., Livingston, K. A., Fox, C. S., Meigs, J. B. e Jacques, P. F. (2013). Yogurt consumption is associated with better diet quality and metabolic profile in American men and women. *Nutrition Research*, 33: 18-26.

Williams, P. A. e Phillips, G. O (2000). Introduction to food hydrocolloids. In: *Handbook of Hydrocolloids*, Williams, P. A. e Phillips, G. O. (ed), pp. 1-19, England, Woodhead Publishing Limited.

6.2. Cibergrafia

[1] <http://www.esa.org.uk/esahistory.php>. Acesso em: 15.03.2013

[2] <http://www.einstein.br/einstein-saude/nutricao/Paginas/iogurte-sabor-e-saude.aspx>. Acesso em: 09.08.2013

[3] www.torreytrust.com/images/trust_litreview.pdf. Acesso em: 31.03.2013

[4] <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/ListaAlfabetica.aspx?valorPes=I>. Acesso em: 11.08.2013

[5] http://biofraganunes.blogspot.pt/2011_09_01_archive.html. Acesso em: 13.10.2013

[6] <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pollen/rotulosimpressao.pdf>. Acesso em: 26.05.2013

[7] <http://www.cybercolloids.net>. Acesso em: 11.07.2013

[8] <http://staff.jccc.net/pdecell/biochemistry/carbohyd.html>. Acesso em: 23.07.2013

[9] <http://www.joinwaypharm.com/HPMC-1.html>). Acesso em: 23.07.2013

[10] <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABGcAAG/conceitos-gerais-sobre-embalagem>. Acesso em: 31.07.2013

[11] <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/49184/1/Clusters.pdf>. Acesso em 22.09.2013

7. ANEXOS

Data: _____	
Nome: _____	Profissão: _____ Idade: _____

Análise Sensorial Descritiva de crocantes de iogurte

Avalie os seguintes parâmetros de acordo com a escala de ordem crescente:

1 = Pouco 2 = Ligeiro 3 = Moderado 4 = Forte 5 = Intenso 6 = Muito intenso

ATRIBUTO: COR

- Homogeneidade da cor

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6

ATRIBUTO: GOSTO

- Sabor a iogurte

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6
- Sabor ácido

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6
- Sabor doce

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6

ATRIBUTO: TEXTURA

- Crocante

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6
- Tempo de permanência na boca

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	2	3	4	5	6

OBSERVAÇÕES: _____

Anexo 1. Ficha de análise sensorial descritiva de *snacks* de iogurte

Data: _____

Nome: _____ Profissão: _____ Idade: _____

Análise Sensorial Hedônica de crocantes de iogurte

Avalie os seguintes parâmetros de acordo com a escala fornecida:

Aspecto geral <input type="checkbox"/> 8 - Extremamente Agradável <input type="checkbox"/> 7 - Muito Agradável <input type="checkbox"/> 6 - Agradável <input type="checkbox"/> 5 - Ligeiramente Agradável <input type="checkbox"/> 4 - Ligeiramente Desagradável <input type="checkbox"/> 3 - Desagradável <input type="checkbox"/> 2 - Muito Desagradável <input type="checkbox"/> 1 - Extremamente Desagradável	Aroma <input type="checkbox"/> 8 - Extremamente Agradável <input type="checkbox"/> 7 - Muito Agradável <input type="checkbox"/> 6 - Agradável <input type="checkbox"/> 5 - Ligeiramente Agradável <input type="checkbox"/> 4 - Ligeiramente Desagradável <input type="checkbox"/> 3 - Desagradável <input type="checkbox"/> 2 - Muito Desagradável <input type="checkbox"/> 1 - Extremamente Desagradável	Gosto <input type="checkbox"/> 8 - Extremamente Agradável <input type="checkbox"/> 7 - Muito Agradável <input type="checkbox"/> 6 - Agradável <input type="checkbox"/> 5 - Ligeiramente Agradável <input type="checkbox"/> 4 - Ligeiramente Desagradável <input type="checkbox"/> 3 - Desagradável <input type="checkbox"/> 2 - Muito Desagradável <input type="checkbox"/> 1 - Extremamente Desagradável
Textura <input type="checkbox"/> 8 - Extremamente Agradável <input type="checkbox"/> 7 - Muito Agradável <input type="checkbox"/> 6 - Agradável <input type="checkbox"/> 5 - Ligeiramente Agradável <input type="checkbox"/> 4 - Ligeiramente Desagradável <input type="checkbox"/> 3 - Desagradável <input type="checkbox"/> 2 - Muito Desagradável <input type="checkbox"/> 1 - Extremamente Desagradável	Cor <input type="checkbox"/> 5 - Muito mais escuro que o ideal <input type="checkbox"/> 4 - Mais escuro que o ideal <input type="checkbox"/> 3 - Ideal <input type="checkbox"/> 2 - Mais claro que o ideal <input type="checkbox"/> 1 - Muito mais claro que o ideal	Apreciação global <input type="checkbox"/> 8 - Extremamente Agradável <input type="checkbox"/> 7 - Muito Agradável <input type="checkbox"/> 6 - Agradável <input type="checkbox"/> 5 - Ligeiramente Agradável <input type="checkbox"/> 4 - Ligeiramente Desagradável <input type="checkbox"/> 3 - Desagradável <input type="checkbox"/> 2 - Muito Desagradável <input type="checkbox"/> 1 - Extremamente Desagradável

Intenção de compra

☐ 5 - De certeza que compraria
☐ 4 - Provavelmente compraria
☐ 3 - Não sei se compraria
☐ 2 - Provavelmente não compraria
☐ 1 - De certeza que não compraria

CARACTERÍSTICAS: PREFERÊNCIAS DE TAMANHO

• Mais pequeno _____ Igual à da amostra _____ Maior _____

CARACTERÍSTICAS: PREFERÊNCIAS DE ESPESSURA

• Mais fino _____ Igual à da amostra _____ Mais grosso _____

Número de unidades por embalagem sugerido: _____

Sugestão de outros sabores: _____

OBSERVAÇÕES: _____

Anexo 2. Ficha de análise sensorial hedônica de *snacks* de iogurte